



IMPIANTO AGRIVOLTAICO GREENFRUT E OPERE CONNESSE

POTENZA 68,51 MWp - COMUNE DI BICINICCO, CASTIONS DI STRADA, MORTEGLIANO,
SANTA MARIA LA LONGA, PAVIA DI UDINE - PROVINCIA DI UDINE

Proponente

ALPENFRUT - Società Agricola a Responsabilità Limitata

STRADA PROVINCIALE N.82 DI CHIASIELLIS - 33050 BICINICCO (UD) - C.F e P.IVA 02474100308
PEC: alpenfrut_soc_agr@pec.it

Progettazione

Ing. Fabrizio Terenzi

PIAZZA GUGLIELMO MARCONI 25 - 00144 ROMA (RM) - P.IVA: 06741281007 - PEC: artelia.italia@pec.it
Tel.: +39 366 62 86 274 - email: fabrizio.terenzi@arteliagroup.com

Coordinamento progettuale



ARTELIA ITALIA S.P.A

PIAZZA GUGLIELMO MARCONI 25 - 00144 ROMA (RM) - P.IVA: 06741281007 - PEC: artelia.italia@pec.it
Tel.: +39 06 591 933 1 - email: contact@it.arteliagroup.com

Titolo Elaborato

RELAZIONE ANALISI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA	SCALA
DEFINITIVO	PD_REL19	PD_REL19_ Relazione elettromagnetica	29/11/2023	

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	29/11/23	EMISSIONE PER PERMITTING	AAR	FTE	FTE



INDICE

Contenuto del documento

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3. DEFINIZIONI	4
4. CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	4
4.1. CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FOTOVOLTAICO	4
4.1.1. Moduli fotovoltaici.....	4
4.1.2. Inverter.....	4
4.1.3. Linee elettriche in corrente alternata interne al campo fotovoltaico	1
4.1.4. Stazioni di trasformazione (SKID).....	4
4.1.5. Cabina elettrica di consegna e cabina MT	5
4.2. CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO DI CONNESSIONE	6
5. CONCLUSIONI	8

1. PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto fotovoltaico in oggetto e connesse ad esso, ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.

Obiettivo del progetto è la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare a conversione fotovoltaica nei comuni di Bicinicco, Mortegliano e Castions di Strada in provincia di Udine (UD), terreni regolarmente censiti al catasto come da piano particellare riportato nel documento PD_REL17_Piano particellare aree d'impianto e delle opere di connessione tabellare.

L'impianto è ubicato in un'area a sud-ovest di Udine, a ridosso della SR252 Strada di Palmanova e risulta accessibile dalla viabilità esistente.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 68,5 MWp: i moduli fotovoltaici installati avranno potenza nominale (@STC) pari a 690 W, saranno del tipo bifacciali e installati "a terra" su tracker single axis double portrait con esposizione Est-Ovest e inclinazione quindi variabile durante l'arco della giornata.

L'impianto sarà corredato di:

- 18 stazioni di trasformazione (SKID), ciascuna contenente l'inverter, il trasformatore BT/MT e i quadri in MT;
- 1 cabina di consegna contenente apparecchiature MT e una control room;
- 1 cabina MT.

In particolare per l'impianto saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute alle cabine elettriche, agli SKID, agli elettrodotti ed ai moduli fotovoltaici. Si individueranno, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le DPA per le opere sopra dette.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali norme a cui si fa riferimento sono:

- DPCM 8/7/2003 "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";
- Legge n. 36 del 22/02/2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- D.M. 29 maggio 2008: "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08" emanata da ENEL Distribuzione S.p.A.;
- Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8/07/2003" (Art.6).

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici si 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

2

(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:

- “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]”;
- “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];
- “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 fotovoltaico trasferisce alla Rete di Trasmissione Nazionale la massima produzione (circa 20 MWac).

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, i 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 Tabella 1 e Tabella 2:

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 – 3.000	20	0,05	1
≥3.000 – 300.000	40	0,01	4

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]
0,1-300.000	6	0,016	0,10 (3 MHz – 300 GHz)

Tabella 2: Valori di attenzione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003 in presenza di aree, all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore

L'art. 4, invece, riporta i valori di immissione che non devono essere superati in aree intensamente frequentate come riportato in Tabella 3:

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]
0,1-300.000	6	0,016	0,10 (3 MHz – 300 GHz)

Tabella 3: Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio 2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate

Per quanto riguarda la metodologia di rilievo il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fa riferimento alla norma CEI 211-7 del Gennaio 2001.

3. DEFINIZIONI

Distanza di Prima Approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra. Nel caso di cabine la DPA è intesa come distanza da ciascuna delle pareti, tetto, pavimento e pareti laterali.

Fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, 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 all'obiettivo di qualità (3 μ T). Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 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, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

4. CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

4.1. CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FOTOVOLTAICO

4.1.1. Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente e tensione continue e non in corrente alternata, di conseguenza la generazione di campi variabili è limitata ai soli transistori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell'inverter e durante l'accensione o lo spegnimento) e sono comunque di brevissima durata. Nella certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono comunque menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, poiché assolutamente irrilevanti.

4.1.2. Inverter

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di

conversione. Essi pertanto sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. D'altro canto il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo). A questo scopo gli inverter prescelti possiedono la certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica (EMC) (CEI EN 50273 (CEI 95-9), CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65), CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10), CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31), CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28), CEI EN 55022 (CEI 110-5), CEI EN 55011 (CEI 110-6)), quindi gli inverter di progetto avranno emissioni certificate e conformi alla normativa vigente. Quindi anche per gli inverter le emissioni saranno poco significative ai fini della presente valutazione, come tra l'altro si riscontra facilmente dalla normativa di settore.

4.1.3. Linee elettriche in corrente alternata interne al campo fotovoltaico

Per lo studio e la valutazione dei campi elettromagnetici generati dagli elettrodotti interrati con tensione di esercizio 36 kV, sono state individuate le caratteristiche degli elettrodotti interrati interni al campo fotovoltaico:

Tipo di linea	Interrata
Numero conduttori attivi	3
Tensione nominale	36 kV
Profondità interrimento	1,0 m
Massima corrente risultante (Anello campo 4)	267 A

Per le condutture in cavo in MT a 36 kV, interne al campo, la posa direttamente interrata avverrà ad una profondità media di 1 metro utilizzando cavi del tipo RG16H1R12X 26/45 kV in rame, come indicato nelle immagini seguenti.



RG7H1R / Descrizione

- Cavi tripolari isolati in gomma HEPR di qualità G16, sotto guaina di PVC.
- Conduttore: rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV)
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G16 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV)
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guaina: mescola a base di PVC, qualità R12
- Colore: rosso

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale di esercizio U_0/U : 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Marcatura

Pb free [Ditta] RG16H1R12X [tens. nominale] [form.] Eca [anno] [ordine] [metrica] FASE 1/2/3

Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 21 volte il diametro del singolo cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del rame

Impiego e tipo di posa

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale.

Ammissa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Figura 1: scheda tecnica cavo elicordato

SEZIONE TIPOLOGICA SU STRADE NON ASFALTATE - CAVO MT

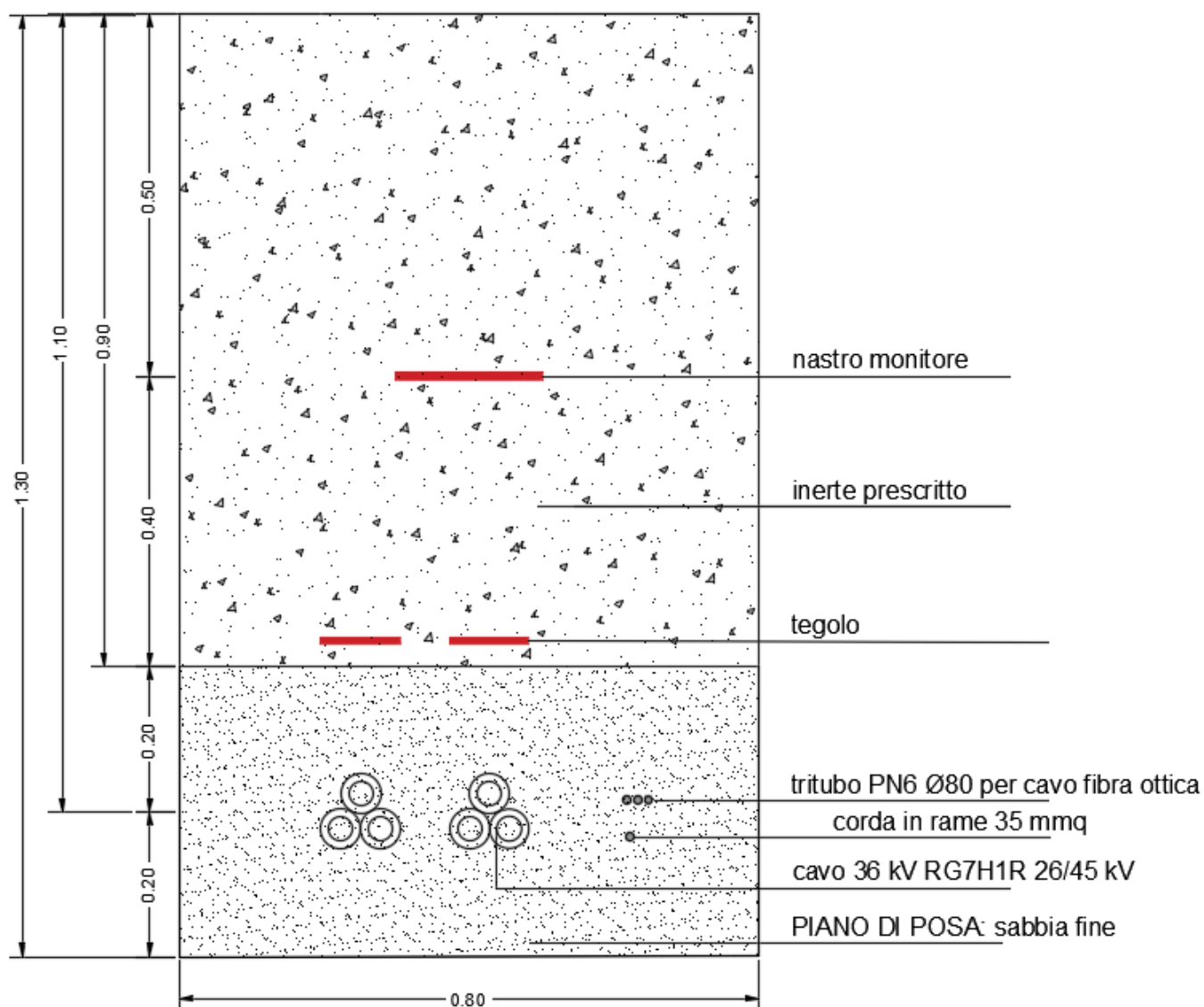


Figura 2: tipologico scavo interno al campo fotovoltaico

Per le tratte realizzate all'interno del campo fotovoltaico, tenuto conto del fatto che verranno posate più linee elettriche all'interno dello stesso scavo, è stato applicato il principio di sovrapposizione degli effetti, per cui le linee in questione sono state considerate equivalenti ad un unico elettrodoto con corrente di impiego pari alla risultante vettoriale delle correnti di impiego dei singoli elettrodotti considerati.

Il calcolo dei campi elettrici è risultato non significativo, in quanto il cavo elettrico risulta già schermato, annullando di fatto il suo valore all'esterno del cavo stesso.

Per il calcolo del campo magnetico è stata seguita la metodologia illustrata nella guida di cui alla Norma CEI 211-4, considerando come superficie utile quella posta ad un'altezza di 1 m dal piano di calpestio e valutando la Distanza di

Prima Approssimazione (DPA) ossia la distanza dalla proiezione dell'asse dell'elettrodotto sul piano di calpestio, approssimata al metro per eccesso, alla quale, secondo la predetta guida si può affermare che il campo magnetico risulta inferiore al valore di $3 \mu\text{T}$ previsto dal DPCM 8 Luglio 2003 come obiettivo di qualità.

Di seguito si riporta l'illustrazione geometrica di quanto appena descritto:

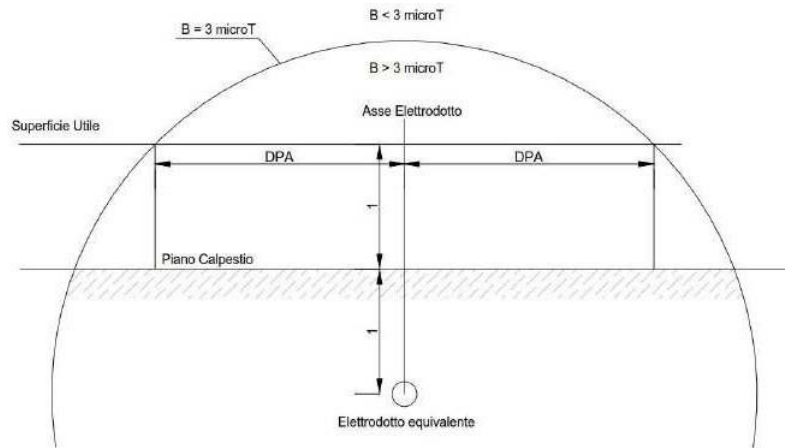


Figura 3: andamento DPA per cavo elicordato

Infatti applicando tale metodo emerge che per le tratte interne non è prevista alcuna fascia di rispetto in quanto il valore dell'induzione magnetica in corrispondenza dell'asse dell'elettrodotto è inferiore al valore di $3 \mu\text{T}$, difatti la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$, anche in condizioni limite, venga raggiunto già a brevissima distanza ($50 \div 80 \text{ cm}$) dall'asse del cavo stesso.

Inoltre il DM del MATTM del 29/05/2008, sulla determinazione delle fasce di rispetto, ha esentato dalla procedura di calcolo le linee MT in cavo interrato e/o aereo con cavi elicordati, pertanto a tali fini si ritiene valido quanto riportato nella norma richiamata. Ne consegue che in tutti i tratti realizzati mediante l'uso di cavi elicordati si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 1 m, a cavallo dell'asse dell'elettrodotto interrato, pertanto uguale alla fascia di asservimento della linea.

4.1.4. Stazioni di trasformazione (SKID)

Le stazioni di di trasformazione (SKID) contengono all'interno l'inverter, il trasformatore bt/MT e i quadri di media tensione: la principale sorgente di emissione è il trasformatore BT/MT.

Si riporta di seguito il certificato di conformità alla Direttiva 2014/30/EU e Direttiva 2014/35/EU per gli SKID previsti dal progetto. In generale, nel caso in questione le stazioni sono posizionate all'aperto, all'interno dell'area recintata e normalmente non sono permanentemente presidiate.

SMA Solar Technology AG | Sonnenallee 1 | 34266 Niestetal | Germany
 Phone: +49 561 9522-0 | Fax: +49 561 9522-100 | Internet: www.SMA.de | Email: info@SMA.de
 Amtsgericht (District court) Kassel HRB (registration number) 3972
 Vorsitzender des Aufsichtsrats (Chairman of the Supervisory Board): Uwe Kleinkauf
 Vorstand (Managing Board): Dr.-Ing. Jürgen Reinert, Thomas Pixa



EU Declaration of Conformity

Within the meaning of the EU directives

- **Electromagnetic compatibility 2014/30/EU (L 96/79-106, March 29, 2014) (EMC)**
- **Low Voltage Directive 2014/35/EU (L 96/357-374, March 29, 2014) (LVD)**

The subject matter of the declaration described below meet the requirements relating to Union harmonization legislation. The applied harmonized standards are listed in the following table.

Device family	Sunny Central	Sunny Central Storage
Models	SC 2660 UP SC 2800 UP SC 2930 UP SC 3060 UP SC 4000 UP SC 4200 UP SC 4400 UP SC 4600 UP	SCS 3450 UP SCS 3600 UP SCS 3800 UP SCS 3950 UP SCS 2300 UP-XT SCS 2400 UP-XT SCS 2530 UP-XT SCS 2630 UP-XT SCS 3450 UP-XT SCS 3600 UP-XT SCS 3800 UP-XT SCS 3950 UP-XT
Assemblies / spare parts*	SC-ST1512; SC-40GFDI-	
Electromagnetic emission		
(EMC directive, Article 5 – Annex L1.a)		
EN 55011:2016 + A1:2017 + A11:2020, group 1, class A>75 kVA	✓	✓
Interference immunity		
(EMC directive, Article 5 – Annex L1.b)		
EN 61000-6-2:2019	✓	✓
Device safety		
(LVD, Article 2 – Annex I)		
EN 62109-1:2010	✓	✓
EN 62109-2:2011	✓	✓

- ✓ Standard applicable
- ✗ Standard not applicable
- * If you require further information or have questions about assemblies or spare parts, please contact your contact partner at SMA.

The last two digits of the year in which the CE marking was affixed: 19

Note:
 The declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer. Without an explicit written confirmation by SMA Solar Technology AG, this declaration of conformity is no longer valid if the product is modified, supplemented or changed in any other way and if components which are not part of the SMA accessory, are integrated in the product, as well as if the product is used or installed improperly.

Niestetal, 2022-10-04
SMA Solar Technology AG

i.V. Sven Bremicker
 i.V. Sven Bremicker
 Head of Technology Development Center

SC_UP-SCS_UP-XT_ZE-CE-ent-12 1/1

4.1.5. Cabina elettrica di consegna e cabina MT

Per quanto riguarda i componenti dell'impianto resta da considerare la cabina elettrica MT di consegna e della cabina elettrica MT di campo, nella quale confluiscono i cavi MT interrati provenienti dagli SKID. All'interno di tali cabine, la principale sorgente di emissione sono le stesse correnti dei quadri MT in quanto in questo caso il trasformatore MT/bt è utilizzato solo per l'alimentazione dei servizi ausiliari. La massima corrente BT, considerando un trasformatore da 125 kVA, è pari a 180 A.

In base al DM del MATTM del 29/05/2008, cap.5.2.1, il calcolo dell'ampiezza delle DPA è funzione della corrente di bassa tensione del trasformatore: considerando una distanza dalle fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore, si ricava:

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

dove:

- *DPA= distanza di prima approssimazione (m)*
- *I= corrente nominale (A)*
- *x= diametro dei cavi (m)*

Per la cabina elettrica di consegna, la massima corrente MT dovuta alla massima produzione è pari a 885 A: considerando che il cavo scelto in uscita dalla cabina di consegna è pari a 2(3x1x630) mmq con diametro esterno massimo pari a 62,7 mm, si ottiene una DPA pari a 2,9 m.

Per la cabina elettrica MT, la massima corrente MT dovuta alla massima produzione è pari a 485 A: considerando che il cavo scelto in uscita dalla cabina di consegna è pari a 2(3x185) mmq elicordato, con diametro esterno massimo pari a 44,3 mm, si ottiene una DPA pari a 1,8 m.

D'altra parte, anche nel caso in questione le cabine normalmente non sono presidiate e sarà valutato l'utilizzo di componenti schermanti al fine di ridurre il flusso del campo elettromagnetico.

4.2. CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO DI CONNESSIONE

Per quanto concerne i cavi MT interrati, nella formazione 2(3x630) posata a trifoglio, che collegano l'impianto fotovoltaico alla Stazione Elettrica (SE) della RTN denominata "Udine Sud", è stato eseguito il calcolo dell'andamento del campo elettromagnetico con il software ETAP, risultando che per la tipologia e profondità di posa non si raggiunge il valore limite di $3 \mu\text{T}$. Di seguito il grafico della simulazione effettuata.

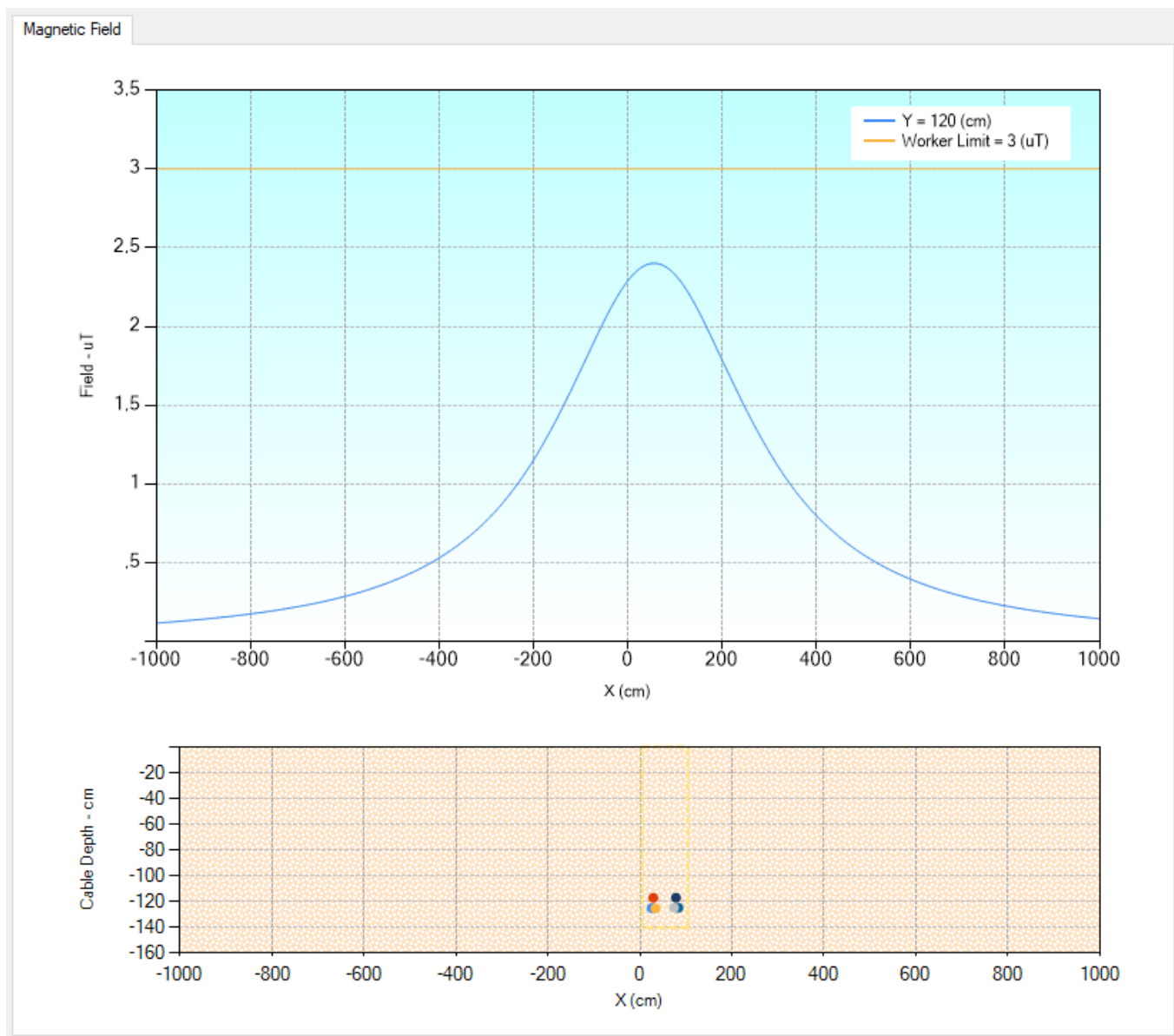
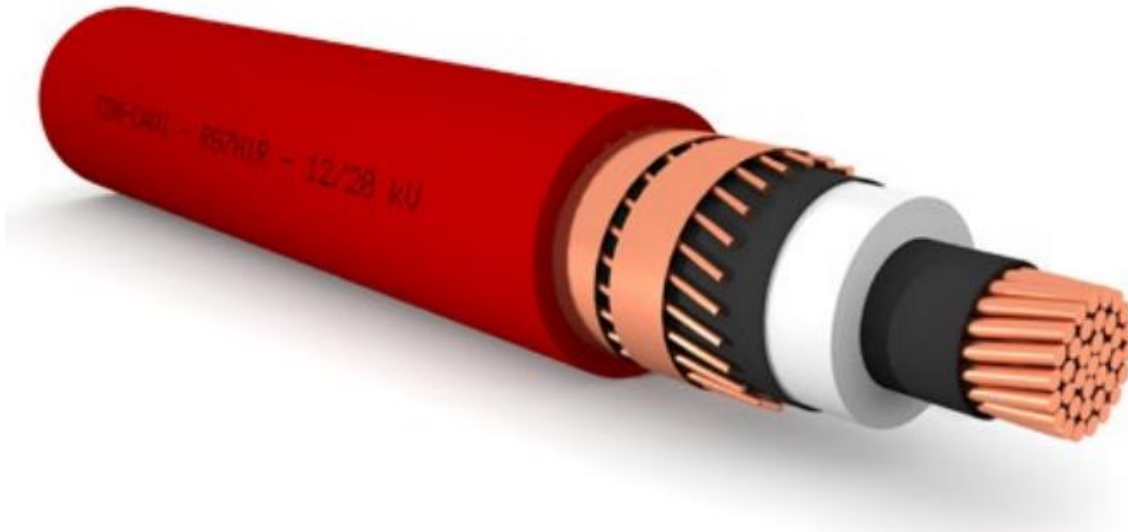


Figura 4: andamento campo elettromagnetico elettrodotto di connessione

Si precisa tuttavia che le aree in cui avverrà la posa dei cavi sono prevalentemente localizzate lungo viabilità esistente ed aree agricole dove non è prevista la permanenza stabile di persone per oltre 4 ore né tantomeno è prevista la costruzione di edifici.



DESCRIZIONE:

Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo.
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del rame

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

DESCRIPTION:

Single-core cables, insulated with HEPR rubber of G7 quality, under PVC sheath.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- Nominal voltage U_0/U : 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Maximum operating temperature: 90°C
- Min. operating temperature: -15°C (without mechanical shocks)
- Minimum installation temperature: 0°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C
- Recommended minimum bending radius: 12 times the cable diameter.
- Recommended maximum tensile stress: 60 N/mm² of the cross-section of the copper

USE AND INSTALLATION

Suitable for energy transmission between transformer rooms and big power users. For laying on air, into tube or open pass. Can be laid underground, also if not protected, complying with art. 4.3.11 of CEI 11-17 standard.

Figura 5: Scheda tecnica cavo per elettrodotto di connessione

SEZIONE TIPOLOGICA SU STRADE ASFALTATE

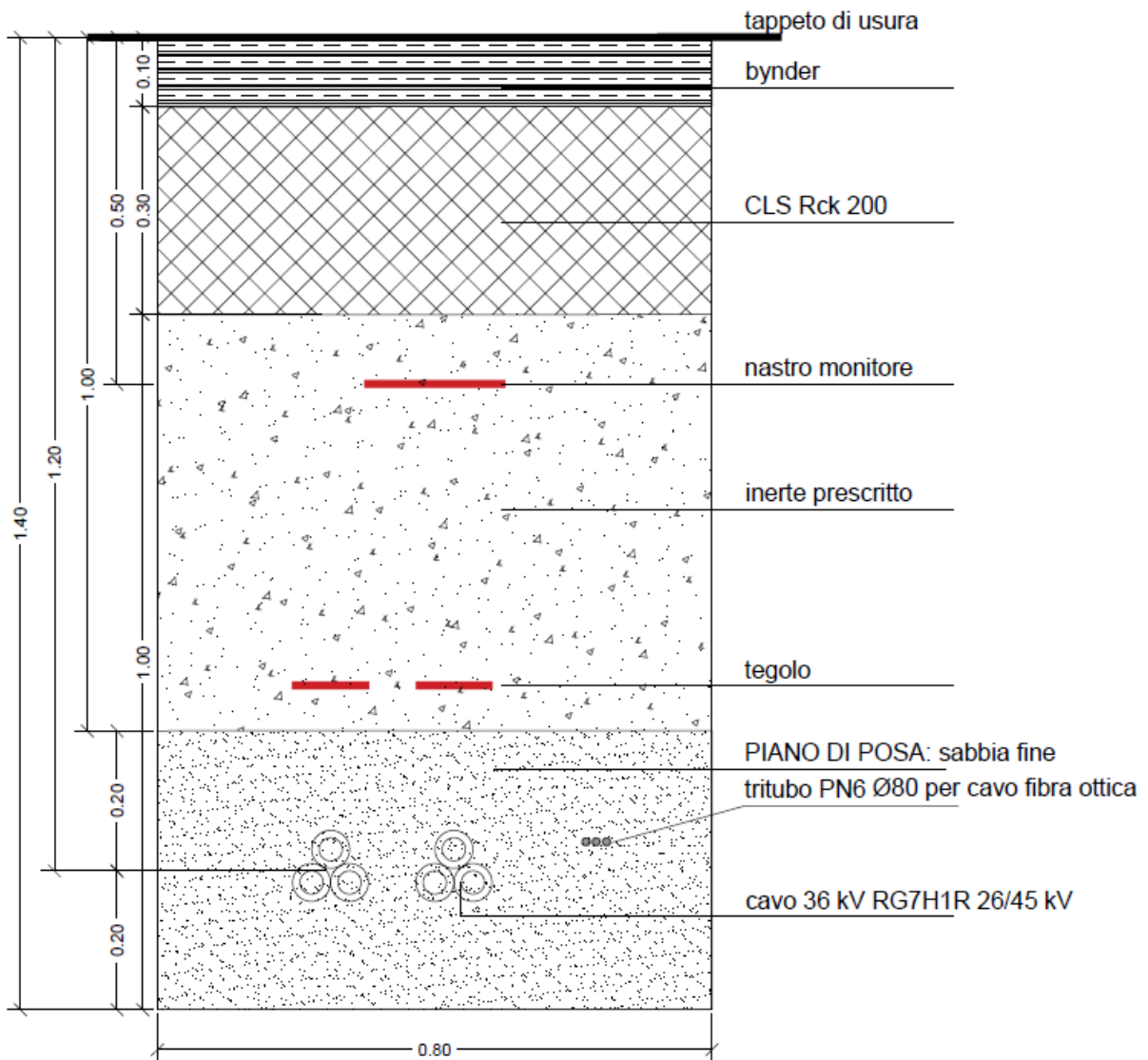


Figura 6: tipologico scavo elettrodoto di connessione

5. CONCLUSIONI

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo 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 di 50 Hz degli elettrodotti".

In generale, per quanto riguarda il campo elettrico a 36 kV esso è notevolmente inferiore a 5 kV/m (valore imposto dalla

normativa).

Per quel che riguarda il campo di induzione magnetica il calcolo nelle varie sezioni di impianto ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili entro le fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa non sono inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge; mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.

Infatti per quanto riguarda il campo magnetico, relativamente ai cavi MT interrati, in tutti i tratti interni al campo fotovoltaico realizzati mediante l'uso di cavi elicordati, si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 1 m, a cavallo dell'asse dell'elettrodotto interrato. Per quanto concerne i tratti esterni, realizzati mediante l'uso di cavi unipolari posati a trifoglio, per tipologia e profondità di posa non viene raggiunto il valore il valore limite di $3 \mu\text{T}$ e, sulla base della scelta del tracciato, si esclude la presenza di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate superiori alle 4 ore al giorno.

Per ciò che riguarda le stazioni di trasformazione (SKID), l'unica sorgente di emissione è rappresentata dal trasformatore BT/MT, tuttavia le stazioni sono certificate dal Produttore in accordo alla Direttiva Europea sulla compatibilità elettromagnetica.

Per quanto riguarda la cabina di consegna, vista la presenza del solo trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari in BT e l'entità delle correnti circolanti nei quadri MT l'obiettivo di qualità si raggiunge a circa 2,9 m (DPA) dai quadri MT, mentre per la cabina MT l'obiettivo di qualità si raggiunge a circa 1,8 m (DPA) dai quadri MT: tali valori potranno essere ridotti utilizzando opportuni componenti schermanti.

Comunque considerando che nelle cabine di trasformazione e nella cabina d'impianto non è prevista la presenza di persone per più di quattro ore al giorno e che l'intera area dell'impianto fotovoltaico sarà racchiusa all'interno di una recinzione metallica che impedisce l'ingresso di personale non autorizzato, si può escludere il pericolo per la salute umana.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.