

Relazione di calcolo della DPA da linee e cabine elettriche

Progetto definitivo

Impianto agrivoltaico "F-SASSA"
Comune di Sassari (SS)
Località Predda Bianca



N. REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	IT/FTV/F-SASSA/PDF/E/RT/003-a
a	Emissione	IAT	Asja Sassari S.r.l.	GF – IAT S.r.l.	19/02/2024 Corso Vittorio Emanuele II, 6 10123 Torino - Italia asja.sassari@pec.it

INDICE

1	PREMESSA	4
2	PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	6
3	OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08	9
4	FASCE DI RISPETTO E DPA SECONDO DM 29.05.08	10
4.1	Calcolo DPA cavidotto 36 kV di connessione alla RTN	11
4.1.1	<i>Tratta impianto FV – cabina elettrica utente – SE RTN.....</i>	<i>11</i>
4.1.2	<i>Tratta cabina elettrica utente – Stazione RTN.....</i>	<i>13</i>
4.2	Cabine elettriche di trasformazione	14
4.3	Cabina di raccolta e Cabina elettrica Utente.....	15
5	PRESENZA DI PERSONE NELL’IMPIANTO	17
6	CONCLUSIONI	18
7	LEGGI, NORME E REGOLAMENTI	20
7.1	Norme legislative	20
7.2	Norme tecniche.....	20
7.3	Guide ENEL.....	21
7.4	Altri riferimenti bibliografici	21

PROGETTAZIONE:

I.A.T. Consulenza e Progetti S.r.l.

Ing. Giuseppe Frongia (Direttore Tecnico)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Ing. Marianna Barbarino

Ing. Enrica Batzella

Dott. Pian. Andrea Cappai

Ing. Paolo Desogus

Pian. Terr. Veronica Fais

Dott. Fabio Mancosu

Ing. Gianluca Melis

Dott. Fabrizio Murru

Ing. Andrea Onnis

Pian. Terr. Eleonora Re

Ing. Elisa Roych

Ing. Marco Utzeri

COLLABORAZIONI SPECIALISTICHE:

Aspetti geologici e geotecnici: Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina

Aspetti faunistici: Dott. Nat. Alessio Musu

Caratterizzazione agro-pedologica: Dott. Agronomo Federico Corona

Acustica: Ing. Antonio Dedoni

Aspetti floristico-vegetazionali: Dott. Nat. Fabio Schirru

Aspetti archeologici: Dott.ssa Anna Luisa Sanna

1 PREMESSA

La Società Asja Sassari s.r.l., con sede legale a Torino (TO) in Corso Vittorio Emanuele II n. 6, intende realizzare un impianto agrivoltaico, denominato "F-Sassa", con moduli fotovoltaici installati su inseguitori solari monoassiali ubicato in Comune di Sassari (Regione Sardegna - Città Metropolitana di Sassari), in località *Predda Bianca*.

La centrale solare in progetto avrà una potenza complessiva in immissione di 24,975 MW_{AC}, valore ottenuto dalla somma delle potenze nominali dei singoli inverter (potenza nominale lato DC pari a 30,157 MW_P), e comprenderà n. 895 inseguitori solari monoassiali di cui n.133 da 2x13 moduli FV e n.762 da 2x26 moduli FV.

Il preventivo di connessione con codice pratica Terna n. 202204229 prevede che l'impianto sia collegato in antenna sulla sezione a 36 kV di una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150/36 kV della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Fiumesanto Carbo – Ittiri".

Il campo solare sarà suddiviso elettricamente in n. 2 blocchi di potenza (sottocampi); l'energia prodotta dai moduli FV in corrente continua verrà convogliata agli inverter, opportunamente distribuiti all'interno del campo solare, al fine di essere convertita in alternata ed essere resa disponibile alle cabine di trasformazione, equipaggiate di trasformatori elevatori da 4,0 MVA e 3,15 MVA. All'interno delle suddette cabine la tensione verrà elevata dal livello di 800 V al livello di 36 kV prima del successivo vettoriamento dell'energia, attraverso cavidotti interrati a 36 kV, alla cabina di raccolta prevista all'interno dei confini dell'impianto.

Risulta, inoltre, parte integrante del progetto la realizzazione di una cabina elettrica di utenza da prevedersi all'interno di un'area recintata nei pressi dell'area in cui sorgerà la futura Stazione di Terna in località *Gianna de Mare* (Sassari).

L'elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento alla citata Stazione RTN rappresenta impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

La presente relazione, in conformità al procedimento per il calcolo della fascia di rispetto di cui al § 5.1.3 del D.M. 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), fornisce una valutazione previsionale dei campi elettromagnetici associati all'esercizio delle opere impiantistiche relative alla messa in esercizio delle infrastrutture elettriche necessarie, stimando quantitativamente i valori delle fasce di rispetto (distanza di prima approssimazione - DPA) dalle opere previste dal progetto.

La determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle opere elettromeccaniche che

insistono sulla porzione di territorio interessata dal progetto è stata condotta in accordo con i seguenti criteri:

- sono stati considerati i dati caratteristici delle linee e si è assunta come portata in corrente circolante nelle linee, la relativa “corrente in servizio normale” così come definita all’interno della norma CEI 11-60 per le parti aeree e la CEI 11-17 per le linee in cavo;
- le linee sono schematizzate secondo quanto previsto dalla norma CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- delimitazione delle regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a $3 \mu\text{T}$ (art. 4 DPCM 8 luglio 2003, obiettivi di qualità);
- le proiezioni verticali a livello del suolo di dette superfici determinano le fasce di rispetto arrotondando all’intero più vicino le dimensioni espresse in metri. Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all’obiettivo di qualità.

In attesa della pubblicazione delle specifiche tecniche da parte di Terna su cavi, celle e apparecchiature per le connessioni a 36 kV (attualmente oggetto di valutazione, indagine di mercato e verifiche di cantiere da parte di Terna), ogni indicazione qui riportata ai cavi a 36 kV deve intendersi riferita a cavi da 20,8/36 kV o cavi da 26/45 kV commercialmente disponibili e idonei allo scopo.

2 PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti.

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al D.M. 29 maggio 2008 (*Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti*). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

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) nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di realizzazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati.

Al fine di facilitare la lettura della presente relazione si richiamano le seguenti definizioni:

Fascia di rispetto: Spazio circostante un elettrodotto (Figura 2.1) che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, con induzione magnetica maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μ T), alla portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6 c. 1).

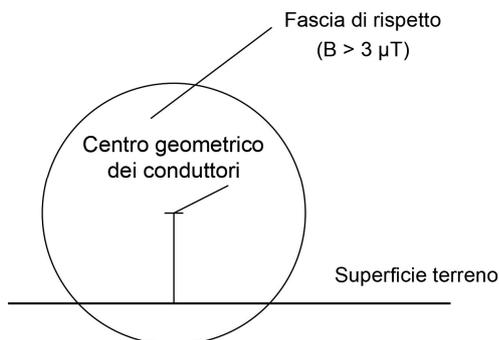


Figura 2.1 - Fascia di rispetto intorno all'elettrodotto

All'interno della fascia di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a 4 ore (Legge 36/01, art. 4, c. 1, lettera h) giornaliera.

Per la determinazione delle fasce di rispetto si deve far riferimento a:

- obiettivo di qualità ($B = 3 \mu\text{T}$);
- portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17).

Distanza di prima approssimazione (DPA): Garantisce che ogni punto distante dall'elettrodotto più di DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto (Figura 2.2).

Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea (rappresenta una semi-fascia). Mentre per le cabine elettriche è intesa come la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti (tetto e pavimento compresi).

All'interno della DPA sono individuabili anche aree che in condizioni di esercizio normali presentano una induzione magnetica $< 3 \mu\text{T}$.

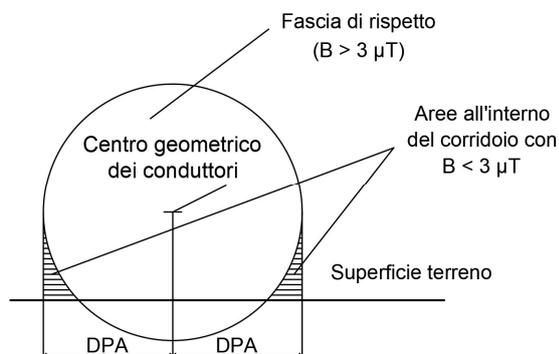


Figura 2.2 - Calcolo della DPA per un elettrodotto

Elettrodotto: insieme delle linee elettriche per il trasporto dell'energia elettrica;

Linea: collegamenti con conduttori elettrici, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione;

Tronco: collegamento metallico che permette di unire due impianti (compresi gli allacciamenti);

Tratta: porzione di tronco di linea avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, meccanico e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN;

Impianto: officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla trasformazione e/o conversione dell'energia elettrica transitante (Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie e Cabine utente).

Il DM 29.05.08 fornisce quindi le procedure per il calcolo delle fasce di rispetto delle linee elettriche, esistenti ed in progetto, in particolare, secondo quanto previsto al § 3.2, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee in corrente continua);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- linee in cavo cordato ad elica (interrate o aeree)

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i..

3 OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08

Per quanto riguarda l'assoggettamento al D.M. 29.05.08 delle opere da realizzare nell'impianto fotovoltaico in questione, esso è suddivisibile nelle seguenti sezioni:

1. sezione impianto di generazione realizzata con moduli fotovoltaici e distribuzione elettrica in corrente continua, a tensione minore di 1500 V c.c., tramite conduttori isolati;
2. sezione di conversione tramite inverter per passaggio da corrente continua a corrente alternata trifase in bassa tensione, 800 V – 50 Hz;
3. sezione di elevazione della tensione per raggiungere il valore di 36 kV - 50 Hz per la connessione delle cabine di trasformazione (tramite trasformatore elevatore) tramite distribuzione con conduttori interrati;
4. sezione di distribuzione dell'energia, realizzata mediante cavo elicordato interrato esercito a 36 kV, tra le cabine di trasformazione che si attesteranno alla cabina di raccolta delle linee di sottocampo;
5. sezioni di distribuzione dell'energia, realizzata mediante cavo non elicordato interrato esercito a 36 kV, tra la cabina di raccolta d'impianto posta ai confini dell'impianto FV fino alla futura Stazione di Terna con passaggio intermedio alla cabina utente prevista nelle vicinanze di suddetta SE.

Tenuto conto di quanto espresso precedentemente, la progettazione dell'impianto fotovoltaico in esame prevede quindi la realizzazione delle seguenti opere assoggettabili al DM 29.05.08:

- cavidotti per la interconnessione delle cabine di trasformazione interne all'impianto realizzati con percorso interrato;
- cavidotto interrato a 36 kV per la connessione della cabina di raccolta con la cabina elettrica utente e dunque alla nuova SE RTN 380/150/36 kV;
- cabine di trasformazione 0,8/36 kV;
- cabina di raccolta;
- cabina elettrica utente.

4 FASCE DI RISPETTO E DPA SECONDO DM 29.05.08

Nella valutazione delle DPA per le opere strumentali all'impianto fotovoltaico in esame si fa riferimento ai valori di DPA indicati nella norma CEI 106-11 e alla modellizzazione delle sorgenti (bidimensionale per le linee elettriche e tridimensionale per le cabine elettriche) con riferimento alla normativa tecnica CEI 211-4.

I valori di DPA sono altresì determinati con riferimento alla Guida ENEL "*Campi magnetici da correnti a 50 Hz - Distanza di Prima Approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche*" in cui si considera la portata in corrente in servizio normale o la portata dell'elettrodotto in progetto fornendo la fascia di rispetto con un'approssimazione ≤ 1 m, arrotondando comunque i valori ottenuti al mezzo metro superiore.

Le linee di distribuzione dell'energia elettrica previste all'interno del campo solare (o anche distribuzione interna a 36 kV) saranno del tipo elicordato (ARG7H1RX o equivalente) di varie sezioni e posate con interrimento diretto o entro tubi corrugati a doppia parete con resistenza allo schiacciamento di 750N ad una profondità di 1,1/1,2 m, con una quota maggiore di 1 m all'estradosso; per tale ragione, le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta e inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

Secondo la norma CEI 106-11, considerando il caso di un cavo del tipo ad elica visibile di sezione pari a 185 mm² e portata pari a 360 A, la curva di equilivello a 3 μ T dista dai 0,5 ai 0,7 m dal centro della terna di cavi.

Pertanto per tale tipologia di cavo non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque nel terreno.

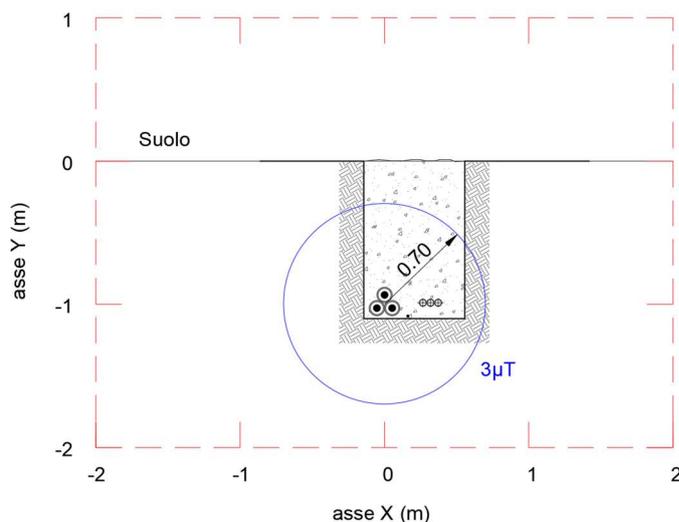


Figura 4.1 – Curve equilivello dell'induzione magnetica - cavi 185 mm², portata 360 A. CEI 106-11

Mentre per le linee a 36 kV della tipologia non elicordata, tramite la quale verrà realizzato il cavidotto di collegamento alla futura stazione di Terna, la fascia di rispetto dagli elettrodotti varia a seconda del numero e della sezione (corrente nominale) delle terne di cavi posate nello stesso scavo.

Ai fini della valutazione delle relative fasce di rispetto, si riportano le elaborazioni tramite il software di simulazione di campi elettromagnetici MAGIC (Magnetic Induction Calculation) della società Be Shielding s.r.l, che raccoglie diversi moduli di calcolo dei campi magnetici associabili alle varie tipologie di sorgenti.

4.1 Calcolo DPA cavidotto 36 kV di connessione alla RTN

L'impianto in progetto sarà collegato alla RTN per mezzo di cavidotto realizzato con percorso interrato e costituito da un'unica terna di cavi a 36 kV della tipologia non elicordata (ARG7H1R– 36 kV) di sezione pari a 630 mm².

4.1.1 Tratta impianto FV – cabina elettrica utente – SE RTN

Si riporta in Figura 4.2 la curva di equivello a 3 μT dell'induzione magnetica generata da una terna di cavi di sezione pari a 630 mm² con i conduttori disposti a trifoglio e, analizzando la situazione più gravosa, attraversati dalla corrente pari alla portata della sezione di cavo considerata (560 A) e valutata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa:

$$I_z = I_{z0} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$$

- I_{z0} è la portata del cavo in condizioni standard;
- k_1 è fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 20°C;
- k_2 è il fattore di correzione per pose ravvicinate;
- k_3 è il fattore di correzione relativo alla resistività termica del terreno;
- k_4 è il fattore di correzione legato alla profondità di posa considerata.

In particolare si sono considerati i seguenti fattori di correzione k_i :

- $k_1 = 1$ considerando una temperatura del terreno alla profondità di 1 m pari a 20°C;
- $k_2 = 0,86$ valido per n.2 terne di cavi posate ad un'interdistanza di 25 cm (condizione di posa progettuale più frequente nell'impianto);
- $k_3 = 0,96$ nell'ipotesi che la resistività termica del terreno sia pari a 1,0 °Km/W;
- $k_4 = 0,96$ in relazione alla profondità di posa prevista a circa 1,1/1,2 m dal p.c..

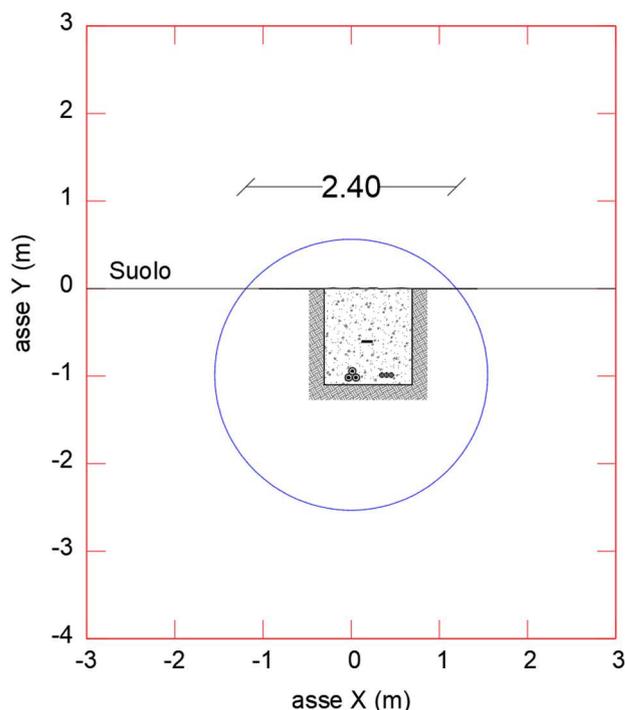


Figura 4.2 - Curva Equilivello $3\mu T$ – 1 terna di cavi a 36 kV non elicordati

Le analisi effettuate evidenziano che nel caso di elettrodotto realizzato con n.1 terna di cavi, attraversata da una corrente di 560 A, i valori di induzione magnetica calcolati a una quota di 1 m da suolo sono inferiori alla soglia di $3 \mu T$ per una distanza di circa 2,4 m a cavallo dell'asse dell'elettrodotto; pertanto, la fascia di rispetto per le tratte di cavidotto costituite da un'unica linea a 36 kV verrà ipotizzata pari a 3 m a cavallo dell'asse del cavidotto considerato.

Si riportano in Tabella 4.1 i parametri presi in considerazione per effettuare il calcolo attraverso il software di simulazione:

Tabella 4.1 - Cavidotto interrato sezione tipo A - 1 terna di cavi interrati

Sezione [mm ²]	Corrente [A]	Profondità di posa [m]	Diametro del conduttore [m]
630	560	1,10	0,05

4.1.2 *Tratta cabina elettrica utente – Stazione RTN*

In corrispondenza della cabina di utenza, il cavidotto si comporrà per un tratto di lunghezza di circa 100m, di n.2 terne della medesima tipologia di cavo e sezione. Considerando le stesse ipotesi circa la valutazione della portata del cavo in esame, si riportano di seguito i risultati della simulazione:

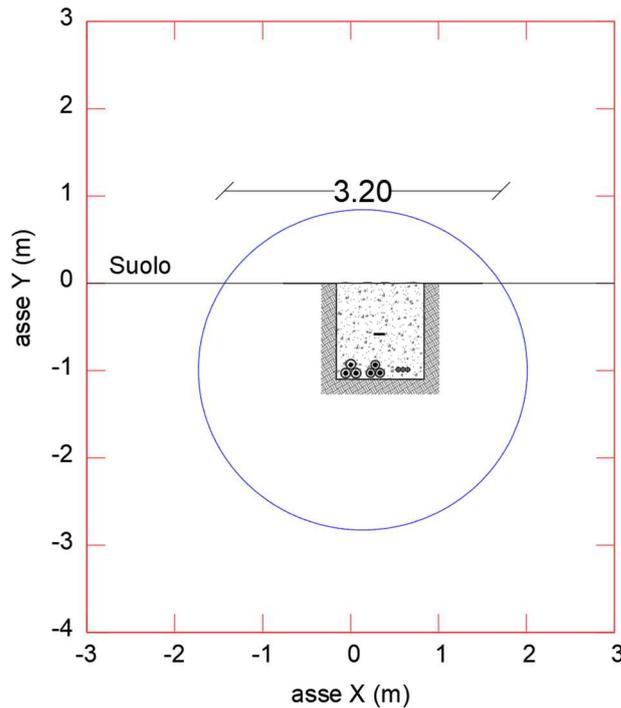


Figura 4.3 - Curva Equilivello 3µT – 2 terne di cavi a 36 kV non elicordati

Pertanto nel caso di cavidotto realizzato con n.2 terne di cavi, attraversati da una corrente di 560 A, i valori di induzione magnetica calcolati a una quota di 1 m da suolo sono inferiori alla soglia di 3 µT per una distanza di circa 3,2 m a cavallo dell’asse dell’elettrodotto; pertanto, la fascia di rispetto verrà ipotizzata pari a 4 m a cavallo dell’asse del cavidotto considerato.

Si riportano in Tabella 4.2 i parametri presi in considerazione per effettuare il calcolo attraverso il software di simulazione.

Tabella 4.2 - Cavidotto interrato sezione tipo B - 2 terne di cavi interrati

Sezione [mm ²]	Corrente [A]	Profondità di posa [m]	Diametro del conduttore [m]
630	560	1,10	0,05

4.2 Cabine elettriche di trasformazione

La realizzazione dell'impianto prevede complessivamente l'impiego di n. 7 cabine di trasformazione equipaggiate di trasformatore elevatore 0,8/36 kV (n.1 cabina da 3,15 MVA e n.6 da 4,0 MVA), ciascuna delle quali comprende n.1 trasformatore ausiliario da 10 kVA ed i quadri di sezionamento e manovra.

Nel caso delle cabine elettriche, ai sensi del § 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:

$$DPA = 0,40942 \cdot x^{0,5241} \cdot \sqrt{I}$$

Dove:

- I è la corrente nominale BT in ingresso/uscita dal trasformatore;
- x distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (0,05 m).

Nel caso di più cavi per ciascuna fase in uscita dal trasformatore va considerato il cavo unipolare di diametro maggiore.

Nel caso delle cabine di trasformazione 0,8/36 kV dei sottocampi, trattandosi di cabine con correnti nominali bt massime pari a 3027 A, la DPA si può assumere pari a 5 metri secondo quanto illustrato in Figura 4.4.

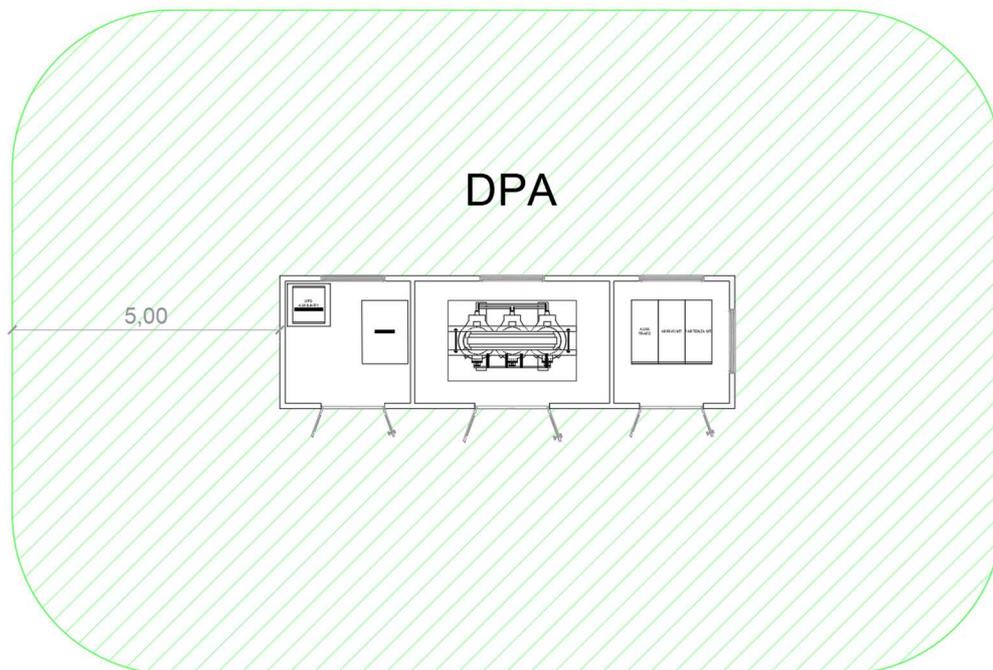


Figura 4.4 - DPA per le cabine di trasformazione

4.3 Cabina di raccolta e Cabina elettrica Utente

La configurazione elettrica dell'impianto prevede la realizzazione di una cabina di raccolta a 36 kV, da prevedersi nei pressi dei confini dell'impianto, nella quale convergeranno le linee di sottocampo della distribuzione interna a 36 kV e dalla quale partiranno la linea a 36 kV di collegamento alla RTN.

Risulta parte del progetto anche la realizzazione di una cabina di sezionamento a 36 kV (cabina Elettrica Utente), in località *Gianna de Mare* nei pressi dell'area in cui sorgerà la stazione elettrica RTN 380/150/36 kV, al cui interno sarà installato un quadro a 36 kV con funzioni di sezionamento e protezione della linea interrata proveniente dalla cabina di raccolta d'impianto.

Considerato che all'interno delle cabine non è prevista l'installazione di trasformatori, se non per l'alimentazione dei servizi ausiliari, i valori dei campi elettromagnetici saranno molto ridotti.

Per entrambi i casi, essendo la corrente di riferimento delle linee a 36 kV molto inferiore della corrente di riferimento per il calcolo della DPA delle cabine di trasformazione, si assume comunque un valore cautelativo di DPA pari a 2 m, che ricade interamente all'interno dell'area di progetto.

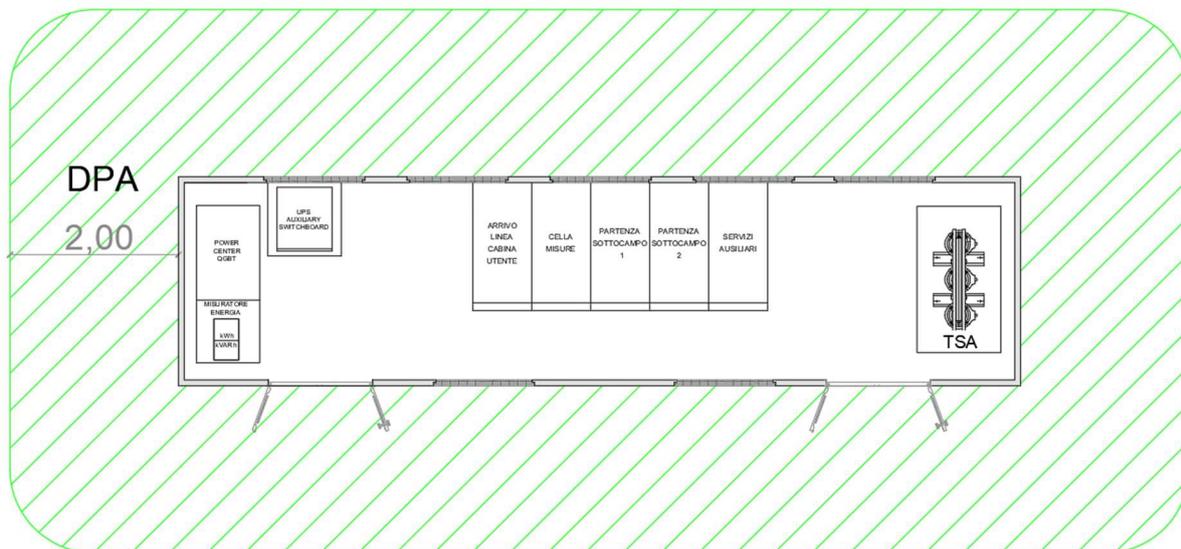


Figura 4.5 - DPA Cabina di raccolta a 36 kV

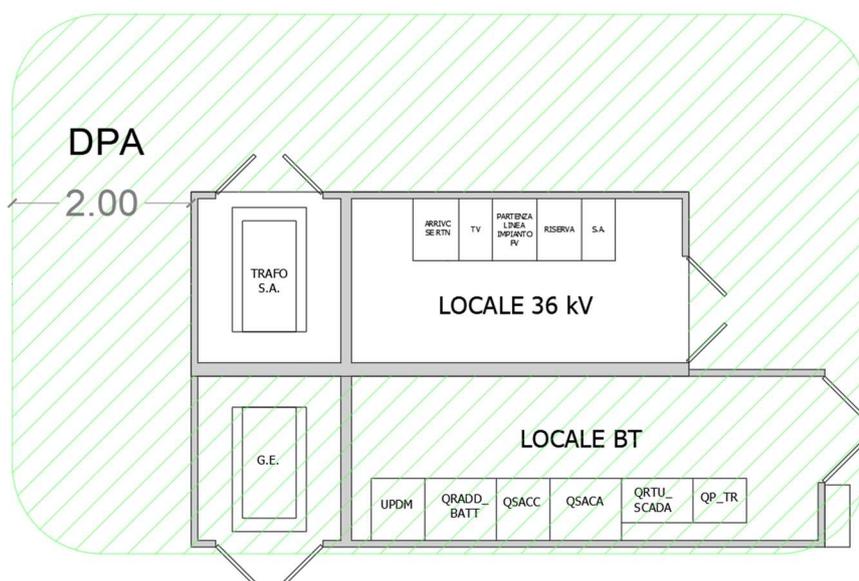


Figura 4.6 - DPA Cabina Elettrica Utente

5 PRESENZA DI PERSONE NELL'IMPIANTO

L'impianto in progetto verrà telecontrollato a distanza e non richiede presenza costante di personale negli edifici durante il normale funzionamento.

I locali tecnici dell'impianto saranno non presidiati, e con presenza umana limitata ai brevi tempi necessari per l'effettuazione di controlli, le verifiche, ispezioni e manovra impianti delle apparecchiature elettromeccaniche, le quali saranno conformi alle normative in vigore in termini di protezione ed emissione di campi elettromagnetici. Non saranno presenti apparecchiature che introducono problematiche particolari in termini di emissione di onde elettromagnetiche e/o radiazioni non ionizzanti.

Il personale sarà presente solo saltuariamente per controlli e quindi con permanenze limitate e prevalentemente inferiori alle quattro ore, oppure per manutenzione straordinaria o programmata con permanenze sicuramente superiori alle quattro ore.

La manutenzione che potrebbe esporre il personale a campi elettromagnetici, riguarda le cabine di conversione e trasformazione. Nella quasi totalità dei casi la manutenzione cosiddetta lunga nella parte di produzione e trasformazione, avviene fuori con gli impianti in sicurezza, quindi in assenza di tensione e corrente e quindi anche in assenza di campi elettromagnetici.

In conclusione, per quanto sopra esposto, la saltuaria presenza di persone nell'impianto non le espone a rischi specifici.

6 CONCLUSIONI

La presente relazione ha valutato le fasce di rispetto per gli elementi dell'impianto fotovoltaico in progetto, avente potenza di 30,157 MW_p (24,975 MW_{AC}) ed ubicato in agro del Comune di Sassari in località *Predda Bianca*.

La centrale presenta sezioni funzionanti in corrente continua o a frequenza industriale 50 Hz, con tensioni limitate ad impianti di I categoria (circuiti alimentati a tensione nominale non superiore a 1000 V c.a. e 1500 V c.c), con l'eccezione dello stadio finale di elevazione a 36kV richiesta per l'immissione nella rete di trasmissione nazionale.

Le parti di impianto assoggettabili al DM 29.05.08 sono costituite da:

- cavidotti a 36 kV per l'interconnessione delle cabine di trasformazione interne all'impianto con percorso interrato;
- cavidotto interrato a 36 kV per la connessione dell'impianto alla cabina elettrica utente e dunque alla RTN;
- cabine di trasformazione;
- cabina di raccolta;
- cabina elettrica utente.

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 della tipologia ad elica visibile, la DPA ha un'ampiezza ridotta e le relative fasce di rispetto sono nulle; ciò significa che per questa tipologia di cavi non è necessario stabilire alcuna fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque nel terreno;
- Per le tratte di cavidotto costituite da cavi non elicordati si sono individuate le fasce di rispetto riportate in Tabella 6.1:

Tabella 6.1 - DPA e fascia di rispetto in funzione del numero di terne di cavi

Numero terne nello stesso scavo	$B \leq 3\mu T$ [m]	DPA [m]	Fascia di rispetto [m]
1	2,4	1,5	3
2	3,2	2,0	4

- Per le cabine di trasformazione 0,8/36 kV la DPA si può assumere pari a 5 m;
- Per la cabina di raccolta delle linee di sottocampo e la cabina elettrica utente nella quale si attesta la linea proveniente dall'impianto, 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.

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.

In conclusione, per quanto sopra esposto e secondo i criteri di valutazione adottati, non sono rilevabili rischi specifici a carico della salute umana attribuibili alla propagazione di campi elettromagnetici.

7 LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

L'impianto dovrà essere realizzato "a regola d'arte", sia per quanto riguarda le caratteristiche di componenti e materiali sia per quel che concerne l'installazione. A tal fine dovranno essere rispettate norme, prescrizioni e regolamentazioni emanate dagli organismi competenti in relazione alle diverse parti dell'impianto stesso, alcune delle quali richiamate nella presente relazione.

Le principali leggi, norme e regolamenti cui il presente progetto si uniforma sono nel seguito richiamate.

7.1 Norme legislative

- Legge n. 36, del 22 febbraio 2001: "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". G. U. n. 55 del 7 marzo 2001;
- 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" - G. U. n. 200 del 29 agosto 2003;
- Decreto Ministeriale 29 maggio 2008. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti. (Supplemento ordinario n.160 alla G.U. 5 luglio 2008 n. 156).

7.2 Norme tecniche

- CEI 211-6. Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana;
- CEI 211-4. Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche;
- 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 1: linee elettriche aeree e in cavo;
- CEI 11-17. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo.

7.3 Guide ENEL

- Enel. 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.

7.4 Altri riferimenti bibliografici

- M. Bruni e altri. Modellistica previsionale applicata allo studio dei campi magnetici in prossimità di cabine di trasformazione elettrica (MT/BT). ARPA Emilia Romagna;
- G. Licitra, F. Francia, N. Colonna. Esposizione al campo magnetico generato da cabine elettriche MT/BT di U.O. Fisica Ambientale Dipartimento ARPAT di Livorno;
- Stefano Cheli, Federica Fratini, Mauro Salvadori. Enel. Aspetti tecnici e autorizzativi per l'installazione di cabine secondarie nel rispetto dei limiti normativi esposizione a campi elettromagnetici. Metodologia di valutazione semplificata della fascia di rispetto (DPA). Padova 19/06/09.