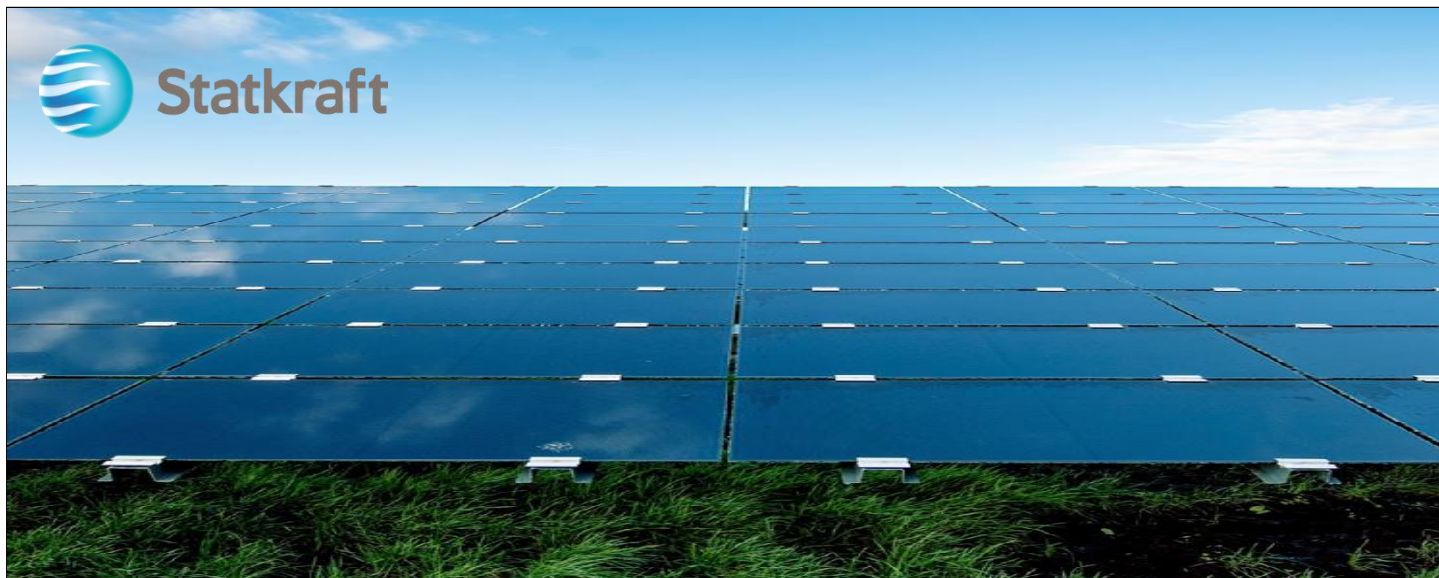




IMPIANTO AGRIVOLTAICO E OPERE DI CONNESSIONE

LA VALENTA

POTENZA IMPIANTO 22,66 MWp - COMUNE DI PREDOSA (AL)

Proponente

SKI 26 S.R.L.

VIA CARADOSSO 9 - 20123 MILANO - P.IVA: 11412940964 – PEC: ski26@pec.it

Progettazione



Ing. Antonello Ruttilio

VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: incico@pec.it

Tel.: +39 0532 202613 – email: a.ruttilio@incico.com

Collaboratori



Ing. Lorenzo Stocchino

VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: incico@pec.it

Tel.: +39 0532 202613 – email: l.stocchino@incico.com

Coordinamento progettuale



Envidev Consulting S.R.L.

CORSO VITTORIO EMANUELE II 287 – 00186 – ROMA (RM) – P.IVA: 01653460558 – PEC: envidev_csrl@pec.it

Tel.: +39 3666 376 932 – email: francesco@envidevconsulting.com

Titolo Elaborato

RELAZIONE ELETTROMAGNETICA

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	PD_REL18	23ENV04_PD-REL18.00 - Relazione elettromagnetica.docx	31/07/2023

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	31/07/23	EMISSIONE PER PERMITTING	LBO	LST	ARU



COMUNE DI PREDOSA (AL)

REGIONE PIEMONTE



RELAZIONE ELETTROMAGNETICA

INDICE

1. INTRODUZIONE	1
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	1
3. LIMITI DI COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA	2
4. SORGENTI A BASSA FREQUENZA (ELF).....	3
5. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO	3
6. CALCOLO DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE PER I COMPONENTI IN PROGETTO	4
6.1 CAMPO FOTOVOLTAICO	4
6.2 INVERTER DI STRINGA.....	4
6.3 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE BT/AT (CONTAINER TECNICO).....	5
6.3.1 CABINA DI CAMPO CON TRASFORMATORE DA 2.500kVA	5
6.3.2 CABINA DI CAMPO CON TRASFORMATORE DA 3.150kVA	6
6.4 ELETTRODOTTI INTERRATI DI ALTA TENSIONE (AT) TRA CABINA DI TRASFORMAZIONE E CABINA ELETTRICA DI INTERFACCIA (AT).....	7
6.5 CABINA ELETTRICA DI INTERFACCIA (AT)	9
6.6 ELETTRODOTTO INTERRATO DI ALTA TENSIONE (AT) TRA CABINA DI INTERFACCIA E CABINA PRIMARIA TERNA 36KV	9
7. CONCLUSIONI	12

1. INTRODUZIONE

Il presente studio è stato redatto al fine di valutare l'impatto elettromagnetico generato dagli impianti elettrici funzionali all'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare (fotovoltaico) di potenza pari a 22,66 MW da realizzarsi presso il comune di Predosa (AL).

Dal punto di vista fisico le onde elettromagnetiche sono un fenomeno 'unitario', cioè i campi e gli effetti che producono si basano su principi del tutto uguali; la grandezza che li caratterizza è la frequenza.

In base ad essa è di particolare rilevanza, per i diversi effetti biologici che ne derivano e quindi per la tutela della salute, la suddivisione in:

- ✓ Radiazioni ionizzanti, ossia le onde con frequenza altissima, superiore a 3 milioni di GHz, e dotate di energia sufficiente per ionizzare la materia;
- ✓ Radiazioni non ionizzanti (NIR), ovvero le onde con frequenza inferiore a 3 milioni di GHz, che non trasportano un quantitativo di energia sufficiente a ionizzare la materia.

All'interno delle radiazioni non ionizzanti si adotta una ulteriore distinzione in base alla frequenza di emissione:

- ✓ Campi elettromagnetici a bassa frequenza o ELF: (0 - 300 Hz), le cui sorgenti più comuni comprendono ad esempio gli elettrodomesti e le cabine di trasformazione, gli elettrodomestici, i computer;
- ✓ Campi elettromagnetici ad alta frequenza o a radiofrequenza RF: (300 Hz - 300 GHz), le cui sorgenti principali sono i radar, gli impianti di telecomunicazione, i telefoni cellulari e le loro stazioni radio base.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le norme costituenti il quadro normativo vigente in materia di inquinamento elettromagnetico derivante da impianti di trasmissione, trasformazione e distribuzione di energia elettrica a frequenza industriale (50 Hz) sono:

- ✓ Legge 22 febbraio 2001, n° 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- ✓ Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 08.07.2003 "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 elettrodomesti";
- ✓ Decreto ministeriale 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodomesti".
- ✓ DM 21 marzo 1988, n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne;
- ✓ CEI EN 50341-2-13 Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia (basati sulla EN 50341-1:2012);
- ✓ CEI EN 50341-1 Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1kV in corrente alternata Parte 1: Prescrizioni generali - Specifiche comuni;

Trovano inoltre applicazione ai fini della presente valutazione le seguenti norme tecniche:

- ✓ CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodomesti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo (2006-02)";
- ✓ CEI 106 -12 "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche AT/BT;
- ✓ CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche (2008-09)";
- ✓ CEI 211-6 Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana (2001-01);
- ✓ ENEL DISTRIBUZIONE "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";

- ✓ CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”.

3. LIMITI DI COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA

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).

Nel dettaglio, si riportano le seguenti tabelle con le definizioni ed i limiti di esposizione per basse frequenze:

Limite di esposizione	Valore che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione
Limite di attenzione	Valore che non deve essere superato negli ambienti a permanenza prolungata
Obiettivi di qualità	Limite da rispettare per installazioni future

DPCM 8 luglio 2003 – Basse frequenza (< 100 kHz)		
	Campo elettrico	Induzione magnetica
Limite di esposizione	5000 V/m	100 μ T
Valore di attenzione (media 24 h)		10 μ T
Obiettivi di qualità (media 24 h)		3 μ T

2

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 Decreto 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 (par. 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008) con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico.

Le definizioni di DPA e Fascia di rispetto sono, infatti, così definite:

- ✓ 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 di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto; e per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra;
- ✓ Fascia di rispetto: spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μ T).

4. SORGENTI A BASSA FREQUENZA (ELF)

Le basse frequenze, o ELF (Extremely Low Frequency), consistono in campi elettrici e magnetici di che si formano in corrispondenza di elettrodotti (a bassa, media ed alta tensione), e di tutti i dispositivi domestici alimentati a corrente elettrica, di intensità decisamente inferiore, quali elettrodomestici, videotermini, etc.

Gli altri componenti del sistema di trasmissione e distribuzione che sono diffusi sul territorio, cioè le stazioni e le cabine, non sono in pratica delle importanti sorgenti di campo elettrico dal punto di vista dell'esposizione della popolazione.

Il campo elettrico generato dalle linee elettriche aeree in un determinato punto dello spazio circostante dipende principalmente dal livello di tensione e dalla distanza del punto dai conduttori della linea (altri fattori che influenzano l'intensità del campo elettrico sono poi la disposizione geometrica dei conduttori nello spazio e la loro distanza reciproca).

Alle basse frequenze le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici rispetto a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri; è per questo che per le ELF il campo elettrico e il campo magnetico possono essere considerati e valutati come entità a sé stanti.

Si distinguono due principali tipologie di sorgenti in base alle diverse caratteristiche del campo emesso:

- ✓ Quelle deputate al trasporto e distribuzione dell'energia elettrica;
- ✓ Quelle degli apparecchi che utilizzano energia elettrica.

Nella situazione in esame si tratta di elettrodotti cioè sorgenti di campo elettromagnetico a frequenza industriale (50 – 60 Hz). Per elettrodotto si intende l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.

Le cabine di trasformazione rappresentano un problema molto minore dal punto di vista dell'inquinamento elettromagnetico, poiché a pochi metri di distanza i campi elettrici e magnetici sono già trascurabili.

Le linee elettriche portano energia elettrica dai centri di produzione agli utilizzatori (industrie, abitazioni, etc.) mentre le cabine di trasformazione trasformano la corrente prodotta dalle centrali in tensioni più basse per l'utilizzazione nelle applicazioni pratiche.

Le tensioni di esercizio delle linee elettriche in Italia si distinguono in 36 kV, 20 kV e 30kV per la media tensione; 36,132, 220 e 380 kV per l'alta tensione.

5. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

3

Il generatore fotovoltaico in progetto sarà composto da moduli fotovoltaici al silicio monocristallino, collegati in serie tra loro formando un certo numero di stringhe.

Le stringhe di ciascuna porzione di impianto vengono raccolte, in parallelo, dai rispettivi quadri stringa (string-box) e condotte verso gli inverter (convertitori di tensione da continua ad alternata a 800 V).

Gli inverter risultano posti in campo in prossimità delle strutture porta-moduli. All'interno di cabinati tecnici (container) saranno ospitati il quadro BT, il trasformatore BT/AT (0,8/36 kV) ed il quadro AT (36kV).

In uscita da ciascun cabinato di trasformazione, diparte una linea interrata in AT (36 kV) che conduce alla cabina elettrica d'Interfaccia, prefabbricata in c.a.v., nella quale alloggia il quadro di arrivo in Alta Tensione dove saranno attestate tutte le linee AT provenienti dalle stazioni di trasformazione in campo. In tale cabina AT, sarà presente anche un trasformatore AT/BT (36/0,4 kV) destinato all'alimentazione degli impianti ausiliari interni al campo FV.

L'impianto sarà allacciato alla rete Terna in antenna a 36 kV su nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 220/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 220 kV "Casanova – Vignole Borbera" e alla linea RTN 220 kV "Italsider Novi – Vignole Borbera". L'energia prodotta verrà immessa in rete al netto dei consumi per l'alimentazione dei servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento ed esercizio dell'impianto stesso.

Nel rispetto di quanto riportato secondo il preventivo di connessione Terna codice pratica 202203331, l'impianto in fase di esercizio sarà configurato affinché non venga superata la potenza pari a 19,5 MW di immissione in rete.

Di seguito si riporta la denominazione, potenza nominale di picco (DC) e potenza di immissione in rete (AC) dell'impianto fotovoltaico:

DENOMINAZIONE IMPIANTO	LA VALENTA
POTENZA NOMINALE DC (MWp)	22,66
POTENZA PRODUZIONE AC (MW)	19,9
POTENZA MAX IMMISSIONE (MWac)	19,5

6. CALCOLO DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE PER I COMPONENTI IN PROGETTO

Le apparecchiature elettriche presenti in impianto, sorgenti di campo elettromagnetico, sono le seguenti:

1. Campo Fotovoltaico (moduli fotovoltaici);
2. Inverter
3. Cabine di trasformazione bt/AT;
4. Elettrodotti interrati di alta tensione (AT) tra Cabina di trasformazione e Cabina elettrica di Interfaccia (AT);
5. Cabina elettrica di Interfaccia AT;
6. Elettrodotto interrato AT da cabina elettrica di Interfaccia AT e nuova stazione elettrica SE.

Di seguito, le analisi ed i calcoli per ciascuna sorgente.

6.1 CAMPO FOTOVOLTAICO

Il campo fotovoltaico risulta formato dall'insieme delle stringhe di moduli fotovoltaici, e dai rispettivi cavi elettrici in c.c. (tipo H1Z2Z2-K) che conducono all'ingresso inverter di stringa.

Considerato che:

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente continua, per cui 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), peraltro di brevissima durata. Nella certificazione dei moduli fotovoltaici secondo la Norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono pertanto menzionate prove di compatibilità elettromagnetica poiché assolutamente irrilevanti.

Considerato che:

- ✓ Nel caso di una buona esecuzione delle opere, i cavi con diversa polarizzazione (+ e -) sono posti a contatto, con l'annullamento quasi totale dei campi magnetici statici prodotti in un punto esterno;
- ✓ I cavi relativi alle dorsali principali, ovvero gli unici che trasportano un valore di corrente significativo sono molto distanti dai confini dell'impianto (almeno 30 m);
- ✓ Le linee dati, per il monitoraggio e la trasmissione dati, sono realizzate normalmente in cavo schermato e quindi interessate da correnti di valore estremamente modesto;

si può escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo elettromagnetico.

6.2 INVERTER DI STRINGA

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)).

Tra gli altri aspetti queste norme riguardano:

- ✓ i livelli armonici: le direttive del gestore di rete prevedono un THD globale (non riferito al massimo della singola armonica) inferiore al 5% (inferiore all'8% citato nella norma CEI 110-10).

Gli inverter presentano un THD globale contenuto entro il 3%;

- ✓ i disturbi alle trasmissioni di segnale operate dal gestore di rete in sovrapposizione alla trasmissione di energia sulle proprie linee;
- ✓ le variazioni di tensione e frequenza. Gli effetti sulla rete di tali variazioni sono limitati dai relè di controllo della protezione di interfaccia asservita al dispositivo di interfaccia.

Tuttavia, le fluttuazioni di tensione e frequenza hanno per lo più origine dalla rete stessa; si rendono quindi necessarie finestre di taratura abbastanza ampie per evitare una continua inserzione e disinserzione dell'impianto fotovoltaico; - la componente continua immessa in rete.

La presenza del trasformatore elevatore permette di bloccare tale componente. Ad ogni modo, anche il dispositivo di interfaccia di ogni inverter interviene in presenza di componenti continue maggiori dello 0,5% della corrente nominale.

Le questioni di compatibilità elettromagnetica concernenti i buchi di tensione (fino ai 3 s in genere) sono in genere dovute al coordinamento delle protezioni effettuato dal gestore di rete locale.

6.3 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE BT/AT (CONTAINER TECNICO)

Per le cabine elettriche di campo la principale sorgente di emissione è il trasformatore BT/AT 36kV.

Le dimensioni dei box container in oggetto sono LxPxH 12.29x2.48x3 m.

Nel caso specifico le taglie dei trasformatori sono due:

1. 2.500KVA;
2. 3.150 kVA.

6.3.1 CABINA DI CAMPO CON TRASFORMATORE DA 2.500kVA

In questo caso, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1, l'ampiezza delle DPA viene intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, e va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) (§ 5.2.1) applicando la seguente relazione:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

in cui:

I = corrente nominale (secondaria del trasformatore – lato BT) [A];

x = diametro reale (conduttore + isolante) dei cavi in uscita dal trasformatore – lato BT [m].

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

Considerato che la potenza nominale del trasformatore AT/BT installato è di 2.500 kVA, la corrente nominale lato BT sarà pari a 2.007 A.

Considerando la sezione del cavo BT (tipo FG16R16 o similare) 120 mmq, con un diametro esterno del singolo conduttore 22.4 mm (0,0224 m), risulta un diametro totale del cavo (x) = 112.0 mm (0.112 m).

Sostituendo i valori:

$$DPA = 0.40942 \cdot (0.112)^{0.5241} \cdot \sqrt{2007} = 5.82 \text{ m}$$

Considerato che l'algoritmo proposto dal DM 29/5/2008 prevede l'arrotondamento al mezzo metro superiore, risulta che DPA=6,0m, da intendersi come distanza dal filo esterno del container.

6.3.2 CABINA DI CAMPO CON TRASFORMATORE DA 3.150kVA

In questo caso, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1, l'ampiezza delle DPA viene intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, e va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) (§ 5.2.1) applicando la seguente relazione:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

in cui:

I = corrente nominale (secondaria del trasformatore – lato BT) [A];

x = diametro reale (conduttore + isolante) dei cavi in uscita dal trasformatore – lato BT [m].

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

Considerato che la potenza nominale del trasformatore AT/BT installato è di 3150 kVA, la corrente nominale lato BT sarà pari a 2528 A.

1° CASO

Considerando la sezione del cavo BT (tipo FG16R16 o similare) 150 mmq, con un diametro esterno del singolo conduttore 24.8 mm (0,0248 m), risulta un diametro totale del cavo (x) = 124.0 mm (0.124 m).

Sostituendo i valori:

$$DPA = 0.40942 \cdot (0.124)^{0.5241} \cdot \sqrt{2528} = 6.89 \text{ m}$$

Considerato che l'algoritmo proposto dal DM 29/5/2008 prevede l'arrotondamento al mezzo metro superiore, risulta che DPA=7,0m, da intendersi come distanza dal filo esterno del container.

6

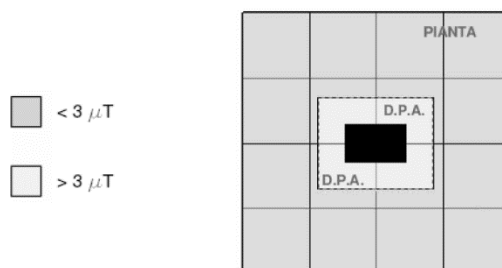
2° CASO

Considerando la sezione del cavo BT (tipo FG16R16 o similare) 120 mmq, con un diametro esterno del singolo conduttore 22.4 mm (0,0224 m), risulta un diametro totale del cavo (x) = 112.0 mm (0.112 m).

Sostituendo i valori:

$$DPA = 0.40942 \cdot (0.112)^{0.5241} \cdot \sqrt{2528} = 6.53 \text{ m}$$

Considerato che l'algoritmo proposto dal DM 29/5/2008 prevede l'arrotondamento al mezzo metro superiore, risulta che DPA=7,0m, da intendersi come distanza dal filo esterno del container.



Si specifica, come tali ambienti (cabinati tecnici) sono aree di accesso esclusivo agli operatori tecnici che saltuariamente vi accederanno per limitati periodi temporali (inferiore a 4 h/gg) per esigenze connesse con la manutenzione e la gestione dell'impianto. Inoltre, la zona in cui l'induzione magnetica supera il valore di 100 µT, è confinata esclusivamente all'interno del vano trasformatore, la cui accessibilità è consentita solo in caso di assenza di tensione.

Non vi saranno, né all'interno delle fasce di rispetto individuate, né nelle immediate vicinanze luoghi destinati alla permanenza di persone per oltre 4 ore/giorno e non vi saranno nelle immediate vicinanze aree accessibili a persone diverse degli addetti professionalmente esposti. Il perimetro dell'impianto fotovoltaico risulterà infatti dotato di recinzione.

6.4 ELETTRODOTTI INTERRATI DI ALTA TENSIONE (AT) TRA CABINA DI TRASFORMAZIONE E CABINA ELETTRICA DI INTERFACCIA (AT)

Tra ciascuna cabina di trasformazione BT/AT e la cabina elettrica di Interfaccia si realizzerà un collegamento in elettrodotto AT (36 kV) interrato in cavo tipo unipolare RG16H1R12 26/45 KV o similare.

A favore di sicurezza, per contenere la caduta di tensione della linea, si prevede l'adozione di cavo con sez. 3x1x50 mm², posa a trifoglio, tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in polietilene con grafitatura esterna.

Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la portata massima: adottando la posa dei cavi a trifoglio ad una profondità di 1m e considerando una resistività termica del terreno di 1 K·m/W, il valore di portata è pari a circa 205 A, valore adottato per il calcolo. Si è inoltre considerato la configurazione dell'elettrodotto in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.

Secondo quanto riportato nel DM del MATTM 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.

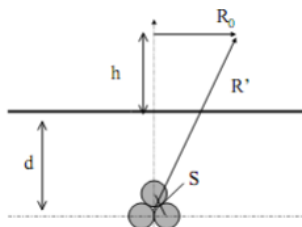
Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a 3 µT.

La formula da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei conduttori a trifoglio:

$$R' = 0.286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ (m)}$$

7

Con il significato dei simboli di figura seguente:



Pertanto, ponendo:

$S = 0.040$ m (uguale al diametro esterno del cavo pari a 40mm)

$I = 205$ A

Si ottiene:

$R' = 0.82$ m

che arrotondato al metro, fornisce un valore della fascia di rispetto pari a 1 m per parte, rispetto all'asse del cavidotto. Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

Per quanto riguarda il calcolo, relativo al tratto di collegamento tra le Cabine di Trasformazione BT/AT 0.8/36KV e la Cabina di Interfaccia, si è ricorso al software Magic della società Beshielding.

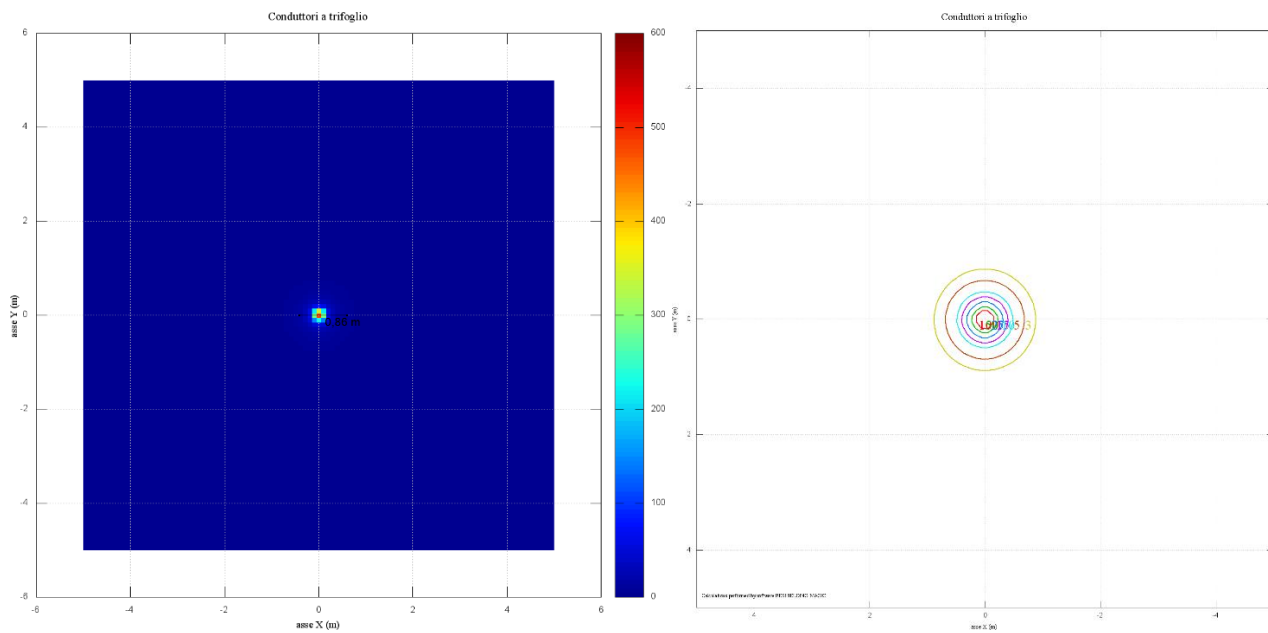
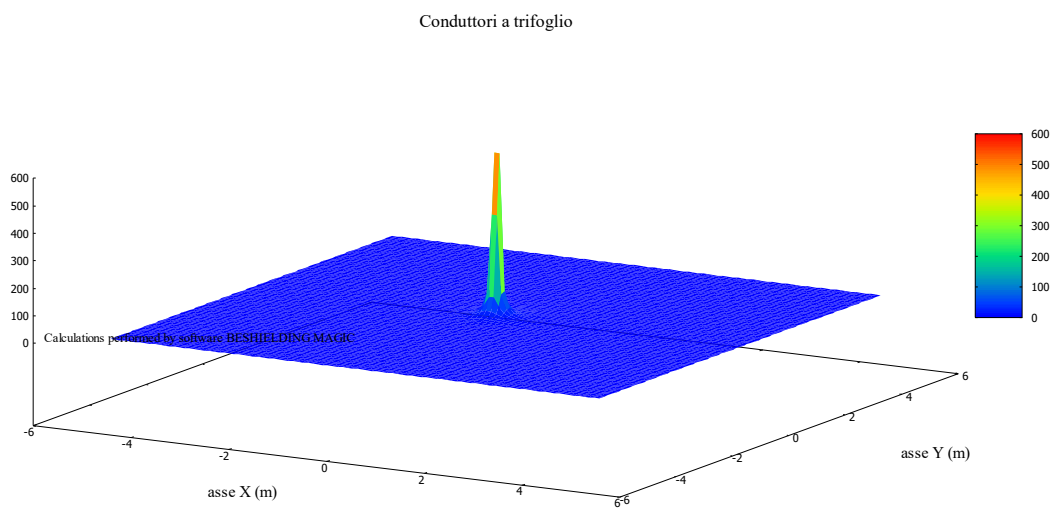


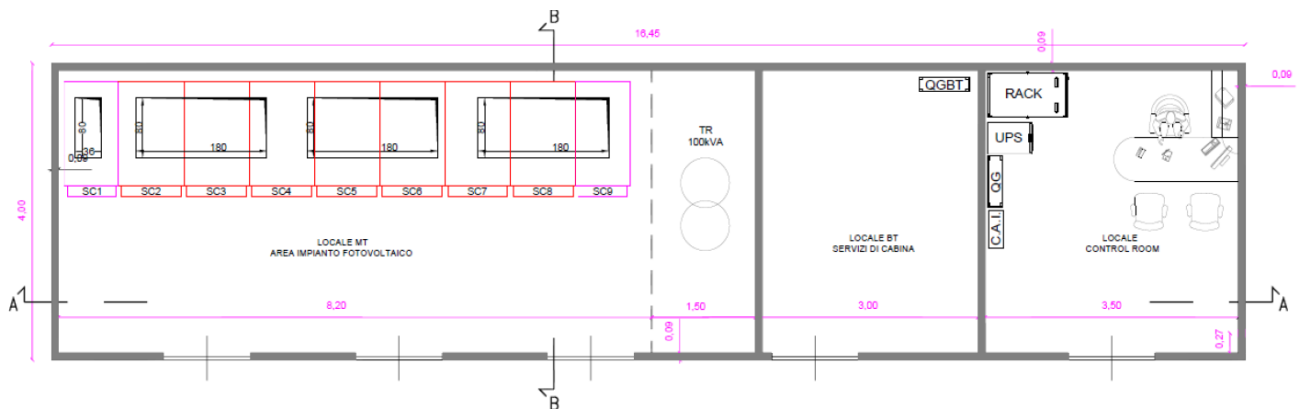
Figura a: Curve isolivello dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo AT



6.5 CABINA ELETTRICA DI INTERFACCIA (AT)

La cabina elettrica di Interfaccia (AT) che raccoglie l'energia elettrica proveniente dal campo (da cabine bt/AT) risulta del tipo "a box", realizzata con elementi prefabbricati in c.a.v.

In essa sarà presente, oltre agli scomparti AT, n.1 trasformatore AT/BT (36/0.4 kV) di potenza nominale pari a 100 kVA, per consentire l'alimentazione dei servizi ausiliari all'impianto (illuminazione, prese, ventilatori, condizionamento, circuito telecamere, allarme, centralina rivelazione fumi).



Applicando la seguente formula:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

in cui:

I = corrente nominale (secondaria del trasformatore – lato BT) [A];

x = diametro reale (conduttore+isolante) dei cavi in uscita dal trafo – lato BT [m];

Considerato che la potenza nominale del trasformatore AT/BT installato è di 100 kVA, la corrente nominale lato BT sarà pari a 160A.

Considerando la sezione del cavo BT (tipo FG16R16 o similare) 50 mmq, con un diametro esterno del singolo conduttore 16.4 mm (0,0164 m), risulta un diametro totale del cavo (x) = 82.2 mm (0.0822 m).

Sostituendo i valori:

$$DPA = 0.40942 \cdot (0.0822)^{0.5241} \cdot \sqrt{160} = 1.39 \text{ m}$$

Considerato che l'algoritmo proposto dal DM 29/5/2008 prevede l'arrotondamento al mezzo metro superiore, risulta che DPA=1,5m, da intendersi come distanza dal filo esterno del container.

6.6 ELETTRODOTTO INTERRATO DI ALTA TENSIONE (AT) TRA CABINA DI INTERFACCIA E CABINA PRIMARIA TERNA 36KV

Dalla cabina di interfaccia 36KV (AT), presente al perimetro dell'impianto, diparte l'elettrodotto AT (36 KV) interrato in cavo tipo RG16H1R12 26/45KV o similare, per circa 13 km, con il quale si realizzerà l'allacciamento alla rete Terna in antenna a 36 kV su nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 220/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 220 kV "Casanova – Vignole Borbera" e alla linea RTN 220 kV "Italsider Novi – Vignole Borbera".

A favore di sicurezza, per contenere la caduta di tensione dell'elettrodotto in oggetto, si prevede l'adozione di cavo con sez. 3x1x185 mmq, in accordo alle norme CEI 20-13e CEI 20-16, costituito da:

- ✓ conduttore in rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2,
- ✓ mescola di gomma ad alto modulo G16,
- ✓ schermo metallico in fili di rame rosso con nastro di rame contospirale,
- ✓ guaina di separazione in mescola pvc, qualità R12,
- ✓ colore rosso.

Le direttive per il rispetto tra le distanze di posa minime sono state rispettate in fase di progetto come da CEI 11-27.

La tipologia di cavidotti presenti nell'impianto prevede all'interno del campo fotovoltaico l'utilizzo prevalente di cavi unipolari posati a trifoglio, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.

Nel calcolo, relativo al solo elettrodotto AT 36KV, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la portata massima: adottando la posa dei cavi a trifoglio ad una profondità di 1,6 m e considerando una resistività termica del terreno di 1 K·m/W, il valore di portata è pari a circa 440 A, valore adottato per il calcolo. Si è inoltre considerato la configurazione dell'elettrodotto in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.

Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

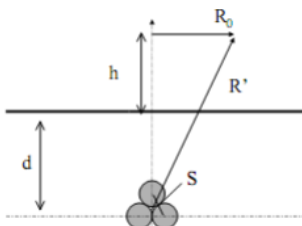
Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

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 µT.

La formula da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei conduttori a trifoglio:

$$R' = 0.286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ (m)}$$

Con il significato dei simboli di figura seguente:



Pertanto, ponendo:

$S = 0.047 \text{ m}$ (uguale al diametro esterno del cavo pari a 47 mm)

$I = 440 \text{ A}$

Si ottiene:

$R' = 1.41 \text{ m}$

che arrotondato al metro, fornisce un valore della fascia di rispetto pari a 2 m per parte, rispetto all'asse del cavidotto. Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

Per quanto riguarda il calcolo, relativo al tratto di collegamento alla stazione Terna, si è ricorso al software Magic della società Beshielding.

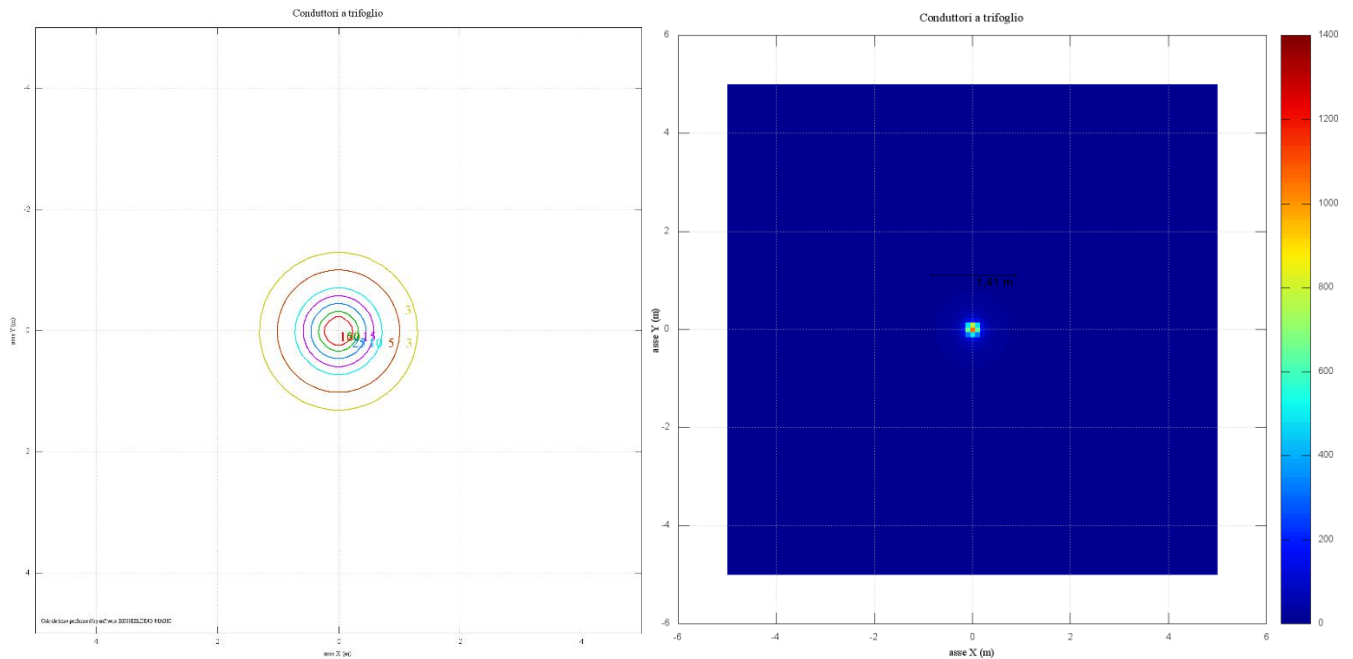
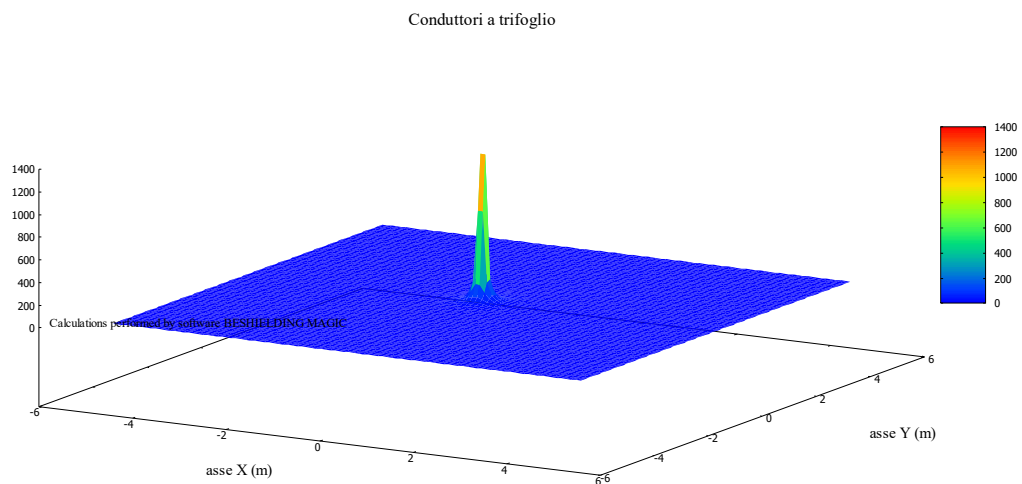


Figura b: Curve isolivello dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo AT



Si nota, come all'esterno del perimetro che racchiude il passaggio dell' elettrodotto, i valori di concentrazione decrescono da 50 μT fino a 3 μT nel giro di circa 2 m.

7. 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 in Alta tensione esso è notevolmente inferiore a 5kV/m (valore imposto dalla normativa).

Mentre per quel che riguarda il campo di induzione magnetica il calcolo nelle varie sezioni di cavidotti 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.

Sulla base dell'analisi condotta e dei risultati emersi si può concludere quanto segue:

- ✓ I valori di campo magnetico indotto dai cavidotti interrati in AT garantiscono l'obiettivo di qualità (3 μ T) per una fascia di rispetto di ampiezza massima di 2 m da asse cavo;
- ✓ La Distanza di Prima Approssimazione (D.P.A.) calcolata per i cabinati di trasformazione, compresa l'approssimazione per eccesso, risulta pari a 7 m, da considerarsi dal filo esterno del cabinato. Anche in questo caso è rispettata la fascia di rispetto vista l'assenza di ricettori sensibili entro l'area D.P.A.
- ✓ Per la cabina di Interfaccia, non avendo trasformatori di grande potenza (solo 1 da 100KVA) al suo interno, la DPA risulta essere pari a 1,5 m e così come per le cabine di trasformazione, la fascia di rispetto verso ricettori sensibili è rispettata.

L'area compresa all'interno della fascia di rispetto non comprende luoghi destinati alla permanenza di persone per più di 4 ore/giorno e sarà accessibile per esigenze di manutenzione, saltuariamente e per limitati periodi di tempo ai soli soggetti professionalmente esposti.