



COMUNE DI
LOREO



REGIONE DEL VENETO



PROVINCIA DI
ROVIGO



IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO COMPOSTO DA DUE SEZIONI DI PRODUZIONE E SISTEMA DI ACCUMULO (STORAGE SYSTEM)

ALLEGATO		TITOLO			SCALA
REL. G		RELAZIONE ELETTROMAGNETICA			---
Data	Rev.	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione
30/09/2022	00	EMMISSIONE	E.B.	E.B.	E.C.
28/08/2023	01	REVISIONE	E.B.	E.B.	E.C.

IL COMMITTENTE

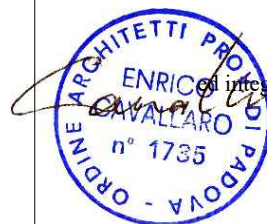


Eridano S.r.l. - Via Vittorio Veneto n° 137
45100 ROVIGO p.lva 01620970291

PROGETTAZIONE

con integrazione attività tecniche specialistiche

Arch. Enrico CAVALLARO



ATTIVITA' TECNICHE SPECIALISTICHE

Opere di connessione MT/AT:

Ing. Enrico BASSAN



RELAZIONE ELETTROMAGNETICA



CABINE E CAVIDOTTI BT/MT



Sommario

1	PREMESSA.....	4
2	VERIFICA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	5



1. Premessa

L'intervento consiste nella realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica mediante l'impiego di pannelli fotovoltaici, da installare nell'ambito del territorio comunale di Loreo in provincia di Rovigo.

L'impianto sarà costituito da 35.880 moduli fotovoltaici bifacciali, montati su strutture metalliche per inseguimento mono-assiale, uniformemente distribuite su una superficie complessiva di circa 28,4 Ha circa.

La realizzazione prevede inoltre un complesso di opere di connessione con n. 3 cabine di trasformazione BT/MT con inclusi gli inverter per conversione corrente da continua ad alternata e la condivisione della cabina MT/AT della società Marco Polo Solar 2 Srl, già autorizzata con Decreto Regionale n. 18 del 14 aprile 2021, ubicata in comune di Adria, in provincia di Rovigo, connessa al sistema 132 kV della stazione di TERNA Spa denominata "Adria Sud" (Preventivo Terna per Marco Polo Solar 2 Srl 201800313 - Preventivo Terna per Eridano Srl 202200076).

Presso la cabina MT/AT è prevista la realizzazione di un sistema di accumulo (storage) composto da due gruppi di batterie al litio, ognuno dei quali dimensionato con 6MW/12MWh con soluzione containerizzata, collegati sul lato della produzione in corrente alternata.

La potenza di picco complessiva dell'impianto fotovoltaico sarà pari a circa 20.452 kWp; ipotizzando una insolazione media annua di 1.550 ore annue, incrementata del 5% per l'impiego di moduli bifacciali, darà luogo a una produzione totale di circa 33.285.000 kWh.

L'area dove è prevista la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico è situata a sud del centro abitato di Loreo e si estende a partire dall'ansa del vecchio corso d'acqua del Canalbianco, oggi "Naviglio Adigetto", fino al canale consorziale denominato "Retinella", che delimita il confine sud.

La società proponente dell'impianto è la Eridano S.r.l., con sede in Rovigo, Via Vittorio Veneto 137; la società dispone delle aree di pertinenza in forza di atti preliminari stipulati che le rispettive proprietà hanno sottoscritto.



2. Verifica dei campi elettrici e magnetici

La materia è regolata dalla Legge Quadro 22/02/2001 n.36 e dal successivo D.P.C.M. di attuazione del 08/07/2003. Quest'ultimo fissa i seguenti limiti di esposizione ai campi elettrici e magnetici generati da impianti eserciti a frequenza industriale (ELF):

- **per i campi magnetici:**

100 μT : limite massimo di esposizione delle persone in qualsiasi condizione;

10 μT : “ valore di attenzione” per impianti esistenti, come limite per aree destinate all’infanzia, ambienti scolastici, abitativi e con permanenze umane superiori a quattro ore giornaliere;

3 μT : “obiettivo di qualità “ nelle stesse aree di cui sopra, da rispettare per nuovi impianti o nuove costruzioni scolastiche o insediative.

- **per i campi elettrici:**

5 **kV/m** limite massimo di esposizione delle persone in qualsiasi condizione.

I criteri di calcolo delle fasce di rispetto per l’obiettivo di qualità sono stati definiti da D.M. 29 maggio 2008 dal Ministero dell’Ambiente.

I casi ricorrenti sono inoltre valutati e illustrati nel documento ENEL “ Linea Guida per l’applicazione del par. 5.1.3 dell’Allegato al D.M. 29/05/2008” che determina i valori di “distanza di prima approssimazione” (DPA) da linee e cabine elettriche.

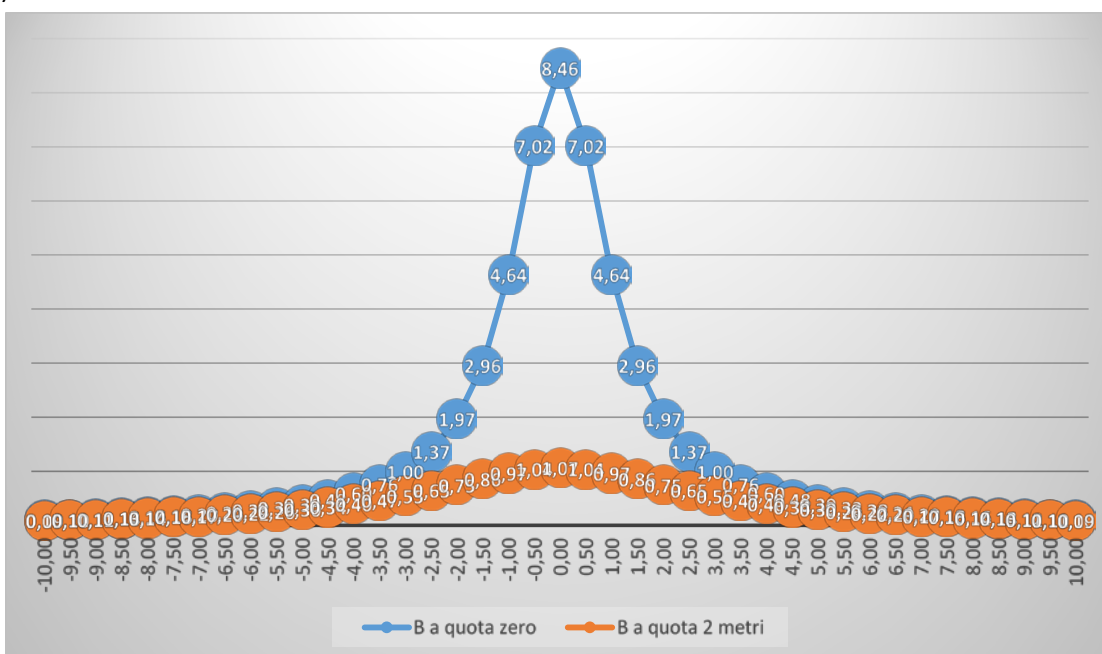
Nel caso in specie, occorre estendere la verifica ai seguenti componenti del parco:

- cavi AC in BT e MT di connessione tra gli elementi del campo;
- cabina di trasformazione MT/BT;
- Cabina MT/AT
- cavo AT 150 kV

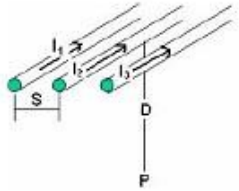
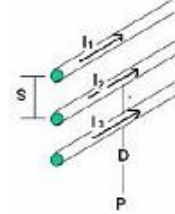
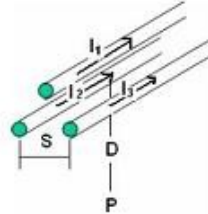
Per quanto riguarda i cavi BT e MT del tipo avvolto a elica, il D.M. citato li esclude dalla valutazione in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 23 marzo 1988, n.449. I cavi MT da 600 mmq, posati tra i quadri di parallelo AC e ciascuna cabina, interrati alla profondità di 1,1 m a fasi affiancate, presentano una fascia di rispetto a livello del suolo inferiore a 1,5 m (Fig.01, calcoli con I=870A).

Si può notare come il contributo di campo elettrico e magnetico dei componenti di stazione (macchinari e apparecchiature), in corrispondenza delle vie di servizio interne, risulti trascurabile rispetto a quello delle linee AT in ingresso.

A) Figura 01 Induzione Magnetica Cavo BT 600mm²



Per la determinazione del campo magnetico generato da cavi percorsi da corrente possiamo fare riferimento alla norma CEI 106-12 “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT” che ci fornisce le seguenti formule:

a) Terna trifase di conduttori in piano	b) Terna trifase di conduttori in verticale	c) Terna trifase di conduttori a triangolo
		
$B(\mu T) = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I S}{D D}$		$B(\mu T) = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{I S}{D D}$

dove:

- B = induzione magnetica [mT]
- I = corrente che percorre i conduttori [A]
- S = distanza fra le fasi [m]
- D = distanza dalla terna di conduttori del punto “P” dove si vuole calcolare il valore di induzione magnetica [m].

Sul lato BT dei trasformatori delle cabine BT/MT da 6800, la corrente dei cavi di bassa tensione (BT) è pari a 10000; i cavi sono costituiti da 2 blindosbarre a 4 poli con portata di 5000A ciascuna e sezione conduttori mm 4(7x130).

Per determinare la distanza D la formula relativa ai conduttori in piano di tipo a), cui può essere assimilata la blindosbarra, diventa:

$$D = \text{radq}[(0,2 * 1,73 * I * S) / \mu T]$$

Utilizzando come valore di S distanza la larghezza del conduttore (blindosbarra 5000A) pari a mt. 0,13, si ottengono i seguenti valori della distanza D in funzione dei valori di induzione magnetica B:

- D = mt. 8,66 corrispondente alla induzione magnetica pari a 3 μT “obiettivo di qualità”;
- D = mt. 4,74 corrispondente alla induzione magnetica pari a 10 μT “valore di attenzione”;



- D = mt. 1,50 corrispondente alla induzione magnetica pari a 100 μT "limite di esposizione".

Per le tre cabine elettriche (D1, D2, E1) la DPA è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le) pareti della cabina stessa che garantisce un induzione magnetica minore dell'obbiettivo di qualità.

Al punto 5.2.1. (CABINE ELETTRICHE) del DM 29/05/08 viene presentato un metodo per l'individuazione di massima delle DPA per cabine realizzate secondo gli standard di riferimento nazionale realizzate principalmente in box per la distribuzione MT primaria.

La struttura semplificata sulla base della quale il DM 29/05/08 calcola la Dpa è un sistema trifase, percorso da una corrente pari alla corrente nominale di bassa in uscita dal trasformatore, e con distanza tra le fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore stesso (il che significa ipotizzare i cavi affiancati fra di loro). Questa struttura semplificata non modella la cabina nella sua interezza, nel senso che la distribuzione del campo magnetico generato è certamente molto diversa. Si è però osservato che la distanza dall'asse della terna piana che garantisce il rispetto dei 3 μT , risulta assolutamente confrontabile con la distanza dalla parete laterale delle cabine ricavata tramite la modellizzazione completa delle cabine stesse.

Il metodo approssimato e valido per cabine con trasformatori MT/BT per determinare la Dpa necessaria per rispettare l'obiettivo di qualità di 3 μT , si può sintetizzare nei seguenti punti:

- i dati di partenza sono la corrente di uscita (I) dal secondario del trasformatore e le sezioni dei conduttori in bassa tensione.
- Dalla formula si determina:

$$Dpa = 0,40942 * \sqrt{I} * x^{0,5241}$$

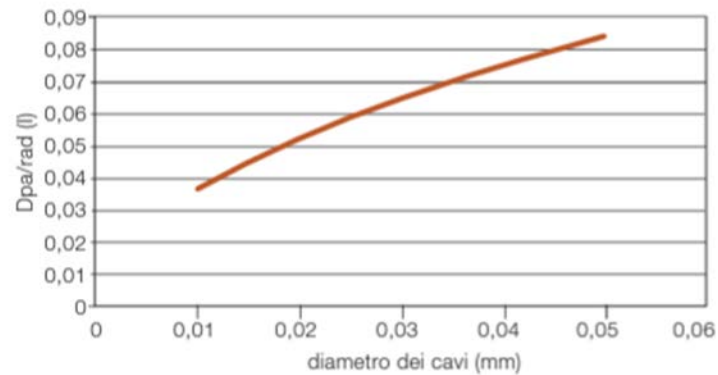
Dpa = distanza di prima approssimazione (m)

I = corrente nominale secondaria del trasformatore (A)

x = diametro dei cavi in uscita dal trasformatore (m).

- Il valore così ottenuto dovrà infine essere arrotondato al mezzo metro superiore.

Nella figura sottostante viene rappresentato l'andamento del rapporto tra la DPA e la radice della corrente nominale al variare del diametro dei cavi.



Nel caso in oggetto si avrà:

$$Dpa = 0,40942 * \text{radq}(7223) * 0,0515^{0,5241} = 7,68 \text{ m}$$

Che verrà arrotondata a **8 m**.

Le distanze minime dai confini di pertinenza delle pareti allineate in prossimità delle recinzioni di impianto sono le seguenti:

- Cabina D1 = maggiore di 18 metri
- Cabina D2 = maggiore di 15 metri
- Cabina E1 = maggiore di 32 metri.



STAZIONE AT E CAVIDOTTO AT

Sommario

0	PREMESSA.....	3
1	UBICAZIONE DELL'INTERVENTO.....	3
2	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	4
2.1	Leggi di riferimento.....	4
2.2	Norme tecniche.....	4
2.3	Richiami normativi.....	4
2.4	Fasce di rispetto.....	5
2.5	Obiettivi del calcolo dei campi elettrici e magnetici.....	5
2.6	Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto DPA.....	7
3.	ESPLICITAZIONE DELLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER LE DPA DI STAZIONE.....	9
4.	VALUTAZIONI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI RELATIVAMENTE AL CAVIDOTTO AT a 132 kV.....	11
5.	CONCLUSIONI.....	13

0 PREMESSA

La società Eridano Srl è la proponente di una iniziativa volta alla realizzazione di un impianto di produzione da fonte rinnovabile fotovoltaica integrato con un sistema di accumulo.

Al fine di connettersi alla RTN ha richiesto ed ottenuto la soluzione di connessione che prevede l'allacciamento alla RTN alla tensione a 132 kV condividendo lo stallo con la società Marco Polo Solar 2 (MPS2), titolare di un campo fotovoltaico da 42 MW, che ha già ottenuto le necessarie autorizzazioni dalla Regione Veneto (decreto n. 18 del 14/04/2021).

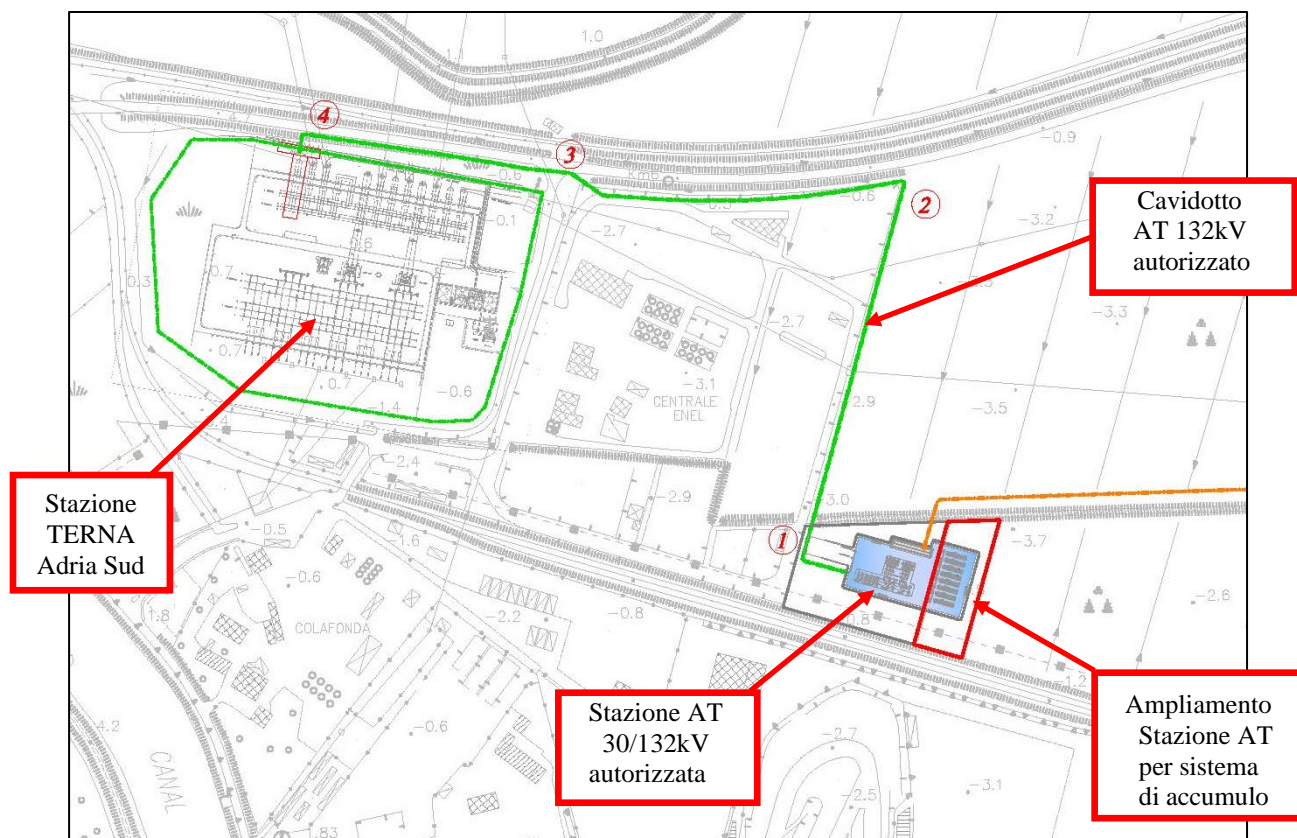
Poiché la tensione di uscita dal campo fotovoltaico è di 30 kV necessaria risulta la realizzazione, come opera connessa, di una stazione di elevazione da 30 kV a 132 kV che verrà installata nelle aree all'uopo già predisposte ed autorizzate da Marco Polo Solar 2 con cui verrà condiviso lo stallo di arrivo ed il relativo cavidotto di alta tensione 132kV.

Oggetto della seguente relazione la valutazione dei campi elettrici e magnetici della sottostazione AT/MT e del cavidotto AT 132kV che collega la stazione di alta tensione in derivazione rigida alla stazione RTN di Terna di Adria Sud peraltro già oggetto dell'analoga valutazione contenuta nei documenti presentati a suo tempo per ottenere le autorizzazioni di MPS2.

1 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

Tra le possibili soluzioni è stata individuata l'ubicazione più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia. La nuova stazione utente si colloca nelle immediate vicinanze della stazione RTN di Terna S.p.A. I collegamenti tra la stazione utente la RTN saranno realizzate con un cavo interrato a 132 kV ad una profondità minima di 1,50 m.

Di seguito si riporta una immagine della stazione utente e del cavidotto AT 132kV di collegamento alla RTN.



2 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

2.1 Leggi di riferimento

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- 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";
- DM 29 maggio 2008, "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";
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";

2.2 Norme tecniche

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002- 06
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07
- 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", prima edizione, 2001-01
- 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", prima edizione, 2006:02
- Rapporto CESI-ISMES A7034603 "Linee Guida per l'uso della piattaforma di calcolo - EMF Tools v. 3.0".
- Rapporto CESI-ISMES A8021317 "Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per cabine primarie".

2.3 Richiami normativi

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP.

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito, il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla CE di continuare ad adottare tali linee guida.

Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- l'obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP; tutti i paesi dell'Unione Europea, hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali. In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 microtesla, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti e cabine elettriche, il valore di 3 microtesla. È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea. Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento. In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius.

2.4 Fasce di rispetto

Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, tale metodologia prevede, che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come "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".

2.5 Obiettivi del calcolo dei campi elettrici e magnetici

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) 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 e cabine elettriche 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 con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA). Detta 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 (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

In particolare, al fine di agevolare/semplificare:

- l'iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti (linee e cabine elettriche);
- le attività di gestione territoriale relative a progettazioni di nuovi luoghi tutelati e a richieste di redazione dei piani di gestione territoriale, inoltrate dalle amministrazioni locali.

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici.

Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 già citato (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 di alimentazione dei mezzi di trasporto);
- 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 di Media Tensione 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.

Si evidenzia infine che le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono applicabili ai luoghi tutelati esistenti in vicinanza di elettrodotti esistenti. In tali casi, l'unico vincolo legale è quello del non superamento del valore di attenzione del campo magnetico (10 μ T da intendersi come mediana dei valori

nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio); solo ove tale valore risulti superato, si applicheranno le disposizioni dell'art. 9 della Legge 36/2001.

2.6 Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto DPA

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, prevede che il proprietario/gestore dell'elettrodotto comunichi alle autorità competenti l'ampiezza delle fasce di rispetto ed i dati utilizzati per il calcolo dell'induzione magnetica, che va eseguito, ai sensi del § 5.1.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (G.U. n. 156 del 5 luglio 2008), sulla base delle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea, tenendo conto della presenza di eventuali altri elettrodotti. Detto calcolo delle fasce di rispetto va eseguito utilizzando modelli:

- bidimensionali (2D), se sono rispettate le condizioni di cui al § 6.1 della norma CEI 106-11 Parte I;
- tridimensionali (3D), in tutti gli altri casi.

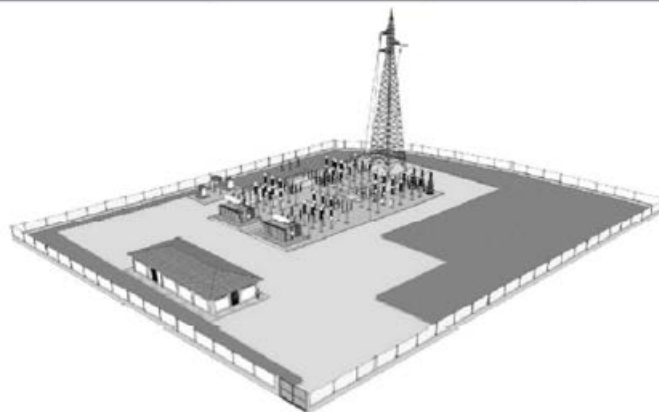
Le dimensioni delle fasce di rispetto devono essere fornite con una approssimazione non superiore a 1 m. Al fine di agevolare la gestione territoriale ed il calcolo delle fasce di rispetto il Decreto introduce una procedura semplificata (§ 5.1.3), per il calcolo della DPA ai sensi della CEI 106-11 che fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli, secondo il quale il proprietario/gestore deve:

1. calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco di linea (la configurazione ottenuta potrebbe non corrispondere ad alcuna campata reale);
2. proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
3. comunicare l'estensione rispetto alla proiezione al centro linea: tale distanza (DPA) sarà adottata in modo costante lungo il tronco.

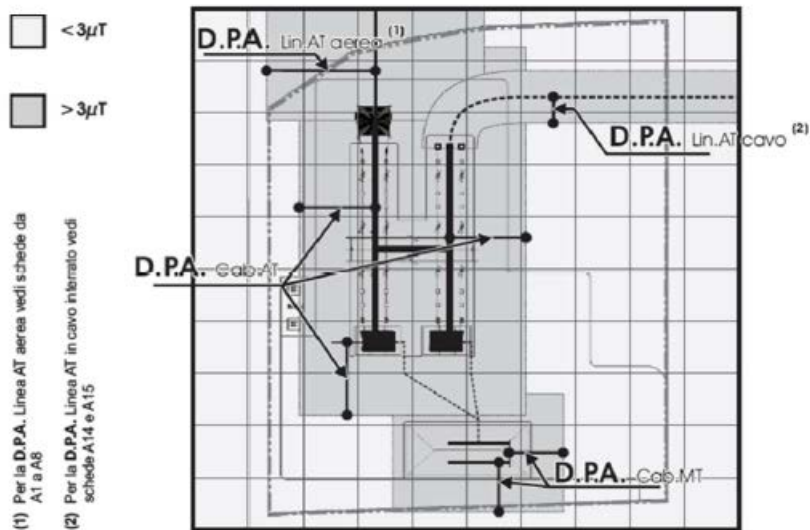
Si riporta di seguito un estratto del documento ENEL "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08" – "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche" per la configurazione geometrica di progetto con la fascia DPA nell'immediato intorno di stazioni di trasformazione.

L'esempio raffigurato è conservativo rispetto al caso in oggetto giacché il trasformatore adoperato e quindi di conseguenza la massima corrente circolante sulle sbarre sono di gran lunga inferiori a quanto ipotizzato. Restano tuttavia valide le considerazioni sulle distanze di 14 m dal centro sbarre che in ogni caso ricadono all'interno del perimetro della sottostazione o senza mai interessare aree limitrofe ad uso pubblico.

A16 - Cabina primaria isolata in aria (132/150-15/20 kV)



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



Tipologia trasformatore [MVA]	CABINA PRIMARIA						Riferimento
	D.P.A. Cab. da centro sbarre AT	Distanza tra le fasi AT	Corrente	D.P.A. Cab. da centro sbarre MT	Distanza tra le fasi MT	Corrente	
	m	m	A	m	m	A	
63	14	2.20	870	7	0.38	2332	A16

3. ESPlicitAZIONE DELLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER LE DPA DI STAZIONE

Come detto il Decreto del Presidente del consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione alle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti." (pubblicato su GU n. 200 del 29-8-2003) stabilisce all'Articolo 6 i parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti:

Campo elettrico	limite di esposizione	5
kV/m; Campo magnetico	limite di esposizione	100
μT ; Valore di attenzione		$10 \mu\text{T}$;
Obiettivo di qualità:		$3 \mu\text{T}$.

Il DM 29/05/2008 nell'allegato contenente la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" - cap. 3.2 — specifica che - secondo l'art. 6 e 4 DPCM 8 luglio 2003 –*“le fasce di rispetto debbano attribuirsi dove sia applicabile l'obiettivo di qualità: nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore”*.

Nel caso di cabine elettriche, la struttura semplificata sulla base della quale viene calcolata la Dpa è un sistema trifase percorso da corrente pari alla corrente nominale in ingresso e uscita dal trasformatore, e con distanza tra le fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore stesso.

I dati in ingresso per il calcolo della Dpa per le cabine di trasformazione sono pertanto :

- Corrente nominale in ingresso/uscita trasformatore
- Diametro dei cavi in ingresso/uscita dal trasformatore.

La Dpa è sicuramente interna alla cabina primarie e alle stazioni elettriche se sono rispettate le seguenti distanze dal perimetro estemo, non interessato dalle fasce di rispetto delle linee in ingresso/uscita:

- 14 m dall'asse delle sbarre di AT in aria;
- 7 m dall'asse delle sbarre di MT in aria.

La norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art 6) - Parte 1 : *“linee elettriche aeree e in cavo”* nel capitolo 6.2.1 " linee aeree trifase a semplice terna" e nel capitolo 6.2.3 "linee in cavo interrato a semplice terna *“ vengono definite le formule di calcolo della distanza al suolo dal conduttore oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto del valore prefissato per il raggiungimento dell'obbiettivo della qualità di 3 mT “* .

Per la determinazione dell'ampiezza della fascia di rispetto risulta necessario conoscere:

- *la portata di corrente in servizio normale;*
- *numero e tipologia dei conduttori aerei od interrati, loro disposizione relativa e sistema di riferimento rispetto all'asse della linea;*
- *le condizioni di fase relativa delle correnti elettriche.*

Non strettamente necessari, ma utili per raggiungere un ottimo grado di precisione nella verifica del raggiungimento dell'obbiettivo di qualità, risultano invece essere i seguenti dati:

- l'altezza dei conduttori all'attacco ai sostegni e la lunghezza delle campate;
- l'altezza conduttori sul suolo nelle condizioni di temperatura di progetto di cui al D.M. 21 marzo 1988 n. 449 e Norma CEI 211-4 art. 2.2.04, ipotesi 3 (55° per le linee in zona A e 40° per quelle in zona B) con catenaria verticale .

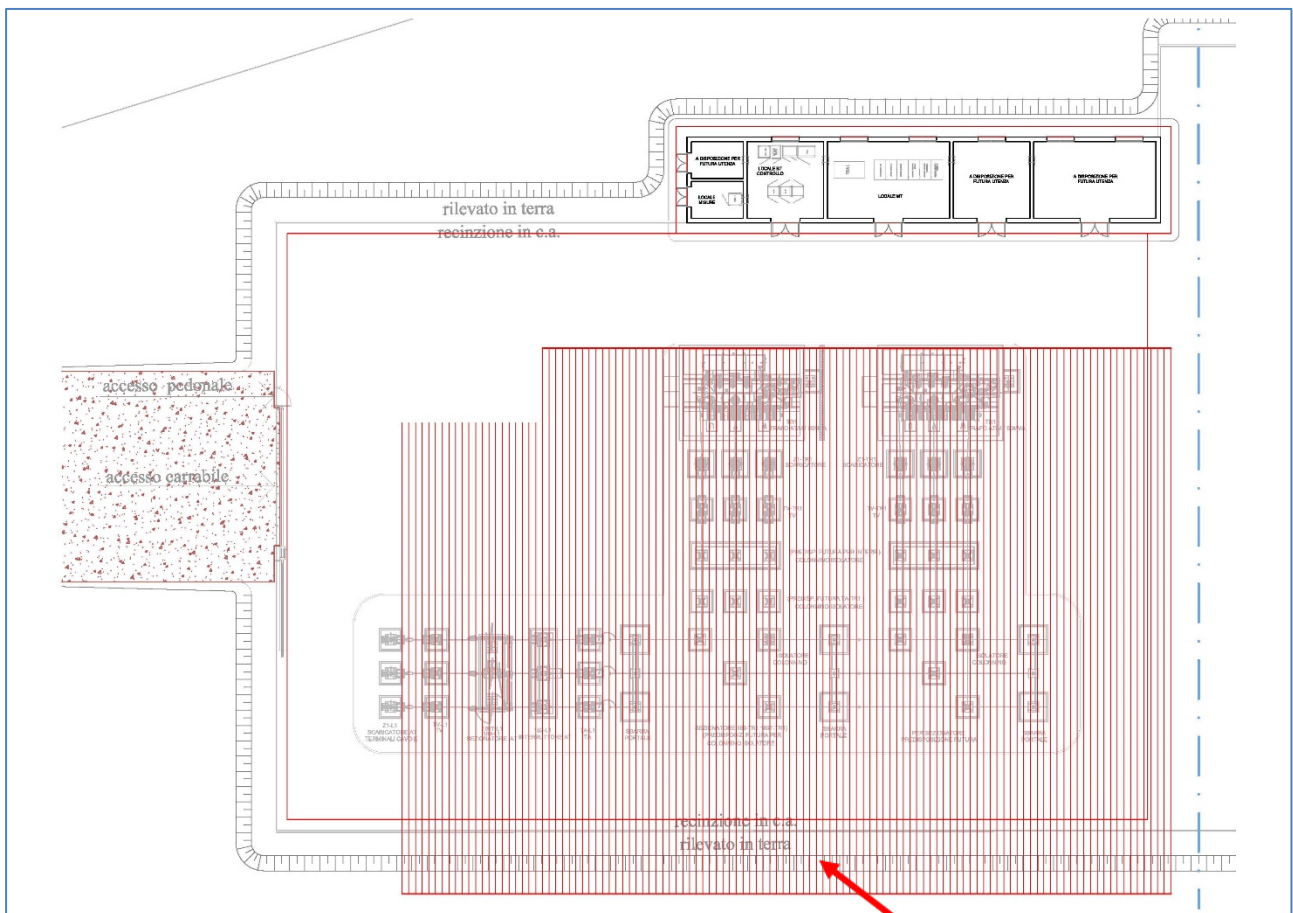
Per il calcolo dell'ampiezza della fascia di rispetto, si può procedere utilizzando i seguenti metodi:

- il metodo di calcolo normalizzato: è un modello normalizzato per il calcolo dell'induzione magnetica prodotta in una sezione trasversale della linea elettrica descritto nella norma CEI 211-4; è costituito

- da un codice di calcolo basato su un modello bidimensionale che applica la Legge di Biot-Savar per ciascun conduttore e quindi la legge della sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale tenendo conto ovviamente delle fasi delle correnti, supposte simmetriche ed equilibrate;
- formule analitiche approssimate: dette formule costituiscono un metodo alternativo al precedente, che necessita dell'uso di codici di calcolo; sono rappresentate da formule analitiche approssimate che permettono il calcolo dell'induzione magnetica ad una data distanza dal centro geometrico dei conduttori o alla distanza da tale centro geometrico alla quale le si verifica un prefissato valore di induzione magnetica.

Dati sperimentali hanno dimostrato la sostanziale equivalenza dei risultati ottenuti utilizzando le due metodologie descritte in precedenza, confermando la possibilità di utilizzare le formule analitiche, di più facile applicazione.

Nella planimetria sottostante, relativamente alle opere in progetto sono state riportate le aree delimitate dalle fasce relativamente alle richiamate DPA all'interno delle quali il campo magnetico supera i 3 micro tesla che ricordiamo essere l'obiettivo qualità per la realizzazione di nuove stazioni elettriche in prossimità di luoghi tutelati. Dall'esame delle stesse aree si rileva che nella maggior parte dei casi le stesse ricadono nelle aree di stazione; solo in minima parte le stesse ricadono all'esterno. In tale evenienza non vi è alcuna violazione normativa in quanto tutte le aree esterne sono aree residuali adibite a verde e non luoghi tutelati in cui la presenza delle persone è di poche ore in un arco temporale di 1 anno e quindi di parecchio inferiore al limite massimo previsto dalla norma delle 4 ore giornaliere.



Campo magnetico
 $DpA = 14m$
 centro sbarra
 (vedi Tab.A16)

Le DPA sono state simulate ed elaborate con il software EMF Tools v.3.0 del CESI, la cui modellazione delle sorgenti è bidimensionale e fa riferimento alla normativa tecnica CEI 211-4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla normativa applicabile.

Per quanto riguarda le cabine primarie, si rimanda al rapporto CESI-ISMES A8021317 "Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per cabine primarie"

4. VALUTAZIONI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI RELATIVAMENTE AL CAVIDOTTO AT a 132 kV

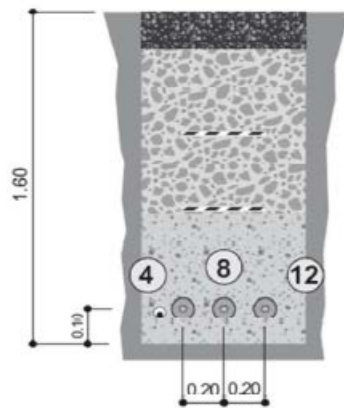
In relazione alla realizzazione dei nuovi cavidotti AT di collegamento tra la stazione di elevazione del produttore e quella di condivisione e da quest'ultima alla RTN, lo sviluppo degli stessi è limitato (circa 800m metri).

All'uopo si precisa che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM del 8-07-2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

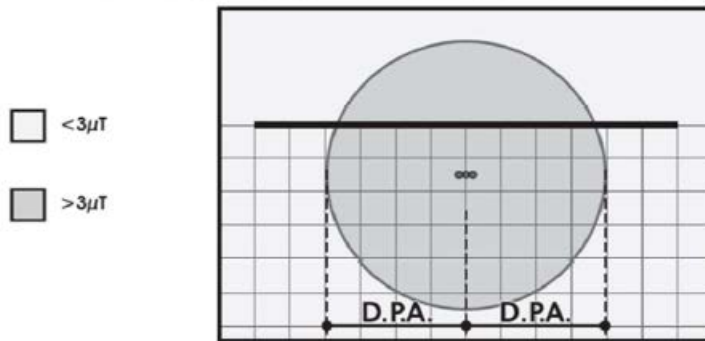
- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete 50 Hz (linee di alimentazione mezzi di trasporto);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21-03-1988 n. 449 (linee di telecomunicazione) ;
- linee di prima classe ai sensi del DM 21-03-1988 n. 449 (quali linee di bassa tensione);
- linee di media tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

Poiché nel nostro caso non si ricade in alcuna fattispecie va eseguita una valutazione sui valori del campo magnetico attesi dall'elettrodotto a 132 kV interrato.

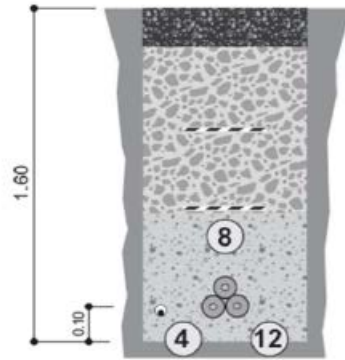
L'Unione produttori di cavi elettrici, da recenti studi eseguiti ha dimostrato che in caso di elettrodotto interrato ad un profondità di 1,60 m con posa piana a distanza di 20 cm per ogni conduttore la DPA relativa è di 5,10 metri pe un linea avente conduttore di sezione pari a 1600 mmq, diametro di 108 mm e portata di 1110 A. Tale DPA si riduce a 3,10 m per la stessa portata e sezione con conduttore alla medesima profondità (vedasi figure allegate) con posa a trifoglio.



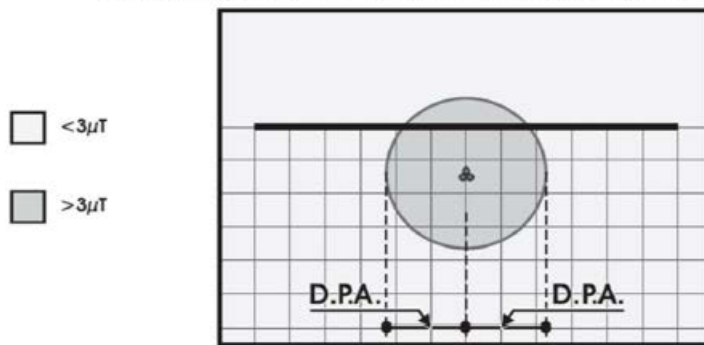
RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



CONDUTTORI IN ALLUMINIO-ACCIAIO				
Diametro Esterno [mm]	Sezione Totale [mm ²]	CEI - 11-60 Portata [A]		
		Corrente A	D.P.A. m	Riferimento
108	1600	1110	5.10	A14



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



CONDUTTORI IN ALLUMINIO-ACCIAIO				
Diametro Esterno [mm]	Sezione Totale [mm ²]	CEI - 11-60 Portata [A]		
		Corrente A	D.P.A. m	Riferimento
108	1600	1110	3.10	A15

Il cavo utilizzato per il progetto ha le seguenti caratteristiche:

Sezione del conduttore: 630 mm²

Portata di corrente: 530 A

Considerando che:

- Poiché nel nostro caso il cavo utilizzato ha sezione e portata minori di quelle indicate nella tabella A15
- il tipo di posa è il medesimo (a trifoglio)
- le aree circostanti il cavidotto sono tutte aree residuali adibite a verde

Ne deriva che anche nelle zone minimali in cui vi è un valore di induzione magnetica superiore ai 3 micro tesla, non vi è violazione della norma in quanto trattasi di aree residuali adibite a verde e quindi senza nessuna permanenza giornaliera di persone.

Anche a seguito del completamento delle opere in progetto sulla stazione condivisa, si avrà una sezione totale e una portata totale inferiore a quelle indicate in tabella A15. Quindi si prevede una DPA del cavidotto AT pari circa a 3 m.

5.CONCLUSIONI

Alla luce dei calcoli eseguiti, non si riscontrano problematiche particolari relative all'impatto elettromagnetico dei componenti dell'impianto fotovoltaico in oggetto, in merito all'esposizione umana ai campi elettrici e magnetici. A conforto di ciò che è stato fin qui detto, a lavori ultimati si potranno eseguire prove sul campo che dimostrino l'esattezza dei calcoli e delle assunzioni fatte.

Lo studio condotto conferma la conformità dell'impianto dal punto di vista degli effetti del campo elettromagnetico sulla salute umana.

Per quanto concerne i cavi interrati infatti, considerati gli accorgimenti di progetto adottati si può escludere la presenza di rischi di natura sanitaria per la popolazione, sia per i bassi valori del campo sia per l'assenza di possibili recettori nelle zone interessate.

Per quanto concerne le linee/sbarre MT all'interno delle cabine non si generano rischi di esposizione prolungata ai campi elettromagnetici dal momento che si tratta di area a cui è consentito l'accesso di personale specializzato, peraltro in modo saltuario e non continuativo.

Le opere elettriche in progetto e relative Dpa non interessano aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibiti a permanenze di persone superiori a quattro ore, rispondendo pienamente agli obiettivi di qualità dettati dall'art.4 del D.P.C.M 8 luglio 2003.

Inoltre, sono rispettate ampiamente le distanze da fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporti tempi di permanenza prolungati, previste dal D.P.C.M. 23 aprile 1992 "Limiti massimi di esposizione al campo elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale di 50 Hz negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".

Si può quindi concludere che il costruendo impianto e le opere connesse in oggetto non producono effetti negativi sulle risorse ambientali e sulla salute pubblica nel rispetto degli standard di sicurezza e dei limiti prescritti dalle vigenti norme in materia di esposizione a campi elettromagnetici.