

**IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE A 15 kV
DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA
DA FONTE SOLARE PER COMPLESSIVI 36,0 MW**

UBICATI IN COMUNE DI SAN NOCOLO' D'ARCIDANO (OR) SARDEGNA SUD
alle Contrade: Terra Ziringonis, Snc; Coddu Fagoni, Snc

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE ELETTRICA CABINA PRIMARIA "CP PABILLONIS"

RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI - EMC

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello prog.	Codice Rintracciabilità	Tipo documento	N° elaborato	N° foglio	Totale fogli	Nome File	Data	Scala
PD	T0736974 T0737400	Relazione	PA. E03	0	22	010 011 BG004 PABI	Novembre 2021	///

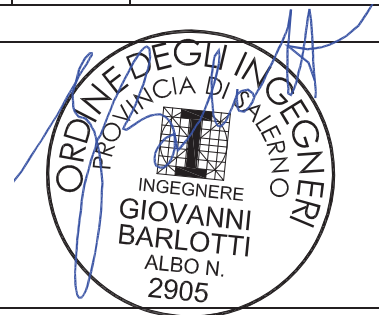
REVISIONI

Rev	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato
01	03.11.21	Prima emissione	Giovanni Barlotti		
02	03.01.22	ID FOUR 226264779 e 310596220 - AUT-2279612 e AUT-2220952	GB		

PROGETTAZIONE:



ing. Giovanni Barlotti
via C. Carducci, 33 - 84047 Capaccio (SA)
mail g.barlotti@yahoo.it
PEC giovanni.barlotti@ordingsa.it



GESTORE RETE ELETTRICA

e-distribuzione
Area Territoriale Rete Nord Ovest
Sviluppo Rete
Centro PL Cagliari

RICHIEDENTE

GREEN CITY
GC SNARC S.r.l.
Piazza Walther Von Vogelweide
8 - 39100 Bolzano

Parere di conformità alla soluzione tecnica

CABINA PRIMARIA "PABILLONIS"

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO

- Legge 22 febbraio 2001 n. 36 e DM 29.05.2008 -Relazione sulle emissioni
Elettromagnetiche

Sommario

1 PREMESSA	3
1.1 SORGENTI.....	3
1.1.1 Classificazione interne:.....	3
1.1.2 Classificazione esterne.....	3
2 SCOPO	3
3 DEFINIZIONI ED ABBREVIAZIONI.....	4
4 CAMPI ELETTROMAGNETICI A BASSISSIMA FREQUENZA (ELF).....	7
4.1 WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) - ATTIVITÀ LEGATE AI CEM	7
4.2 COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO (CEI) - ATTIVITÀ LEGATE AI CEM.....	10
4.3 STUDI EPIDEMIOLOGICI SAE - ATTIVITÀ LEGATE AI CEM	10
5 CALCOLO CEM & DPA	11
5.1 METODOLOGIA DI CALCOLO.....	11
5.2 DETERMINAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DPA*	12
5.3 CAMPI ELETTROMAGNETICI DI CP – CEM & DPA.....	14
5.3.1 Descrizione e verifica struttura:.....	15
6 CONCLUSIONI	21
7 RIFERIMENTI NORMATIVI	22

1 PREMESSA

Il contenuto della presente relazione tratta le sorgenti dei campi elettrici e magnetici associate alla futura realizzazione, in campo, della CP PABILLONIS intesa come parte delle opere connesse alla connessione su RTN, di sei impianti PV in agro di San Nicolò d'Pabillonis che la GC SNARC S.r.l. Piazza Walther Von Vogelweide 8 - 39100 Bolzano intende autorizzare presso la Regione Sardegna. Le caratteristiche degli impianti PV sono declinate nella documentazione di progetto autorizzativo riguardante le opere di connessioni lato MT.

1.1 Sorgenti

Le sorgenti possono essere classificate come *interne ed esterne, concentrate e distribuite*.

Le sorgenti interne sono rappresentate dagli apparati impiantistici presenti nelle zone di trasformazione MT/AT opportunamente recintate e vietate a personale non formato.

Si evidenziano alcuni aspetti fondamentali in merito a tali aree:

1. *la tutela sanitaria del personale formato autorizzato ad operare nell'aree recintate è assoggettata al rispetto del documento di valutazione dei rischi e delle opere di mitigazione, redatto ai sensi dell'art. 26, comma 1 lett. b, D.Lgs 81/08 dal datore di lavoro,*
2. *presenza ridotta, di personale formato, nel tempo per effetto del notevole livello tecnologico di automazione per la fase di conduzione degli apparati.*

1.1.1 Classificazione interne:

Concentrate:

L'area di Cabina Primaria MT/AT;

1.1.2 Classificazione esterne

Distribuite

Cavi AT di connessione in entrata esce dei raccordi aerei della RTN;

Cavi MT di connessione in entrata/uscita nella/dalla cabina primaria.

2 SCOPO

Il presente documento tratta lo sviluppo dello studio definitivo, ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) attraverso il calcolo delle emissioni elettromagnetiche e delle DPA, associate a:

1. Area cabina primaria.

Dette DPA sono calcolata in conformità al procedimento semplificato per il calcolo della fascia di rispetto di cui al § 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008).

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).

In particolare, al fine di agevolare:

- l'iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti (linee e stazioni 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;**

nella fase di osservazione e definizione delle aree e dei percorsi interessati dalla futura realizzazione della CP Pabillonis, si è posta particolare attenzione alle eventuali presenze, ante operam, di sorgenti di campi elettromagnetici, dovute all'esercizio elettrico di terzi gestori, che possono, nel post operam, essere cumulate con gli effetti della CP. I sopralluoghi al momento non hanno evidenziato presenza di ulteriori sorgenti elettromagnetiche da considerare nel cumulo né interrate né aeree.

3 DEFINIZIONI ED ABBREVIAZIONI

Valgono le definizioni di seguito riportate, per la maggior parte contenute nella Legge 36/2001, nel DPCM 8 luglio 2003 e nel Decreto 29 maggio 2008.

- **Autorità competenti ai fini dei controlli:** sono le autorità di cui all'art. 14 della Legge 36/2001 (*le amministrazioni provinciali e comunali, al fine di esercitare le funzioni di controllo e di vigilanza sanitaria e ambientale, utilizzano le strutture delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente*).

- **Autorità competenti ai fini delle autorizzazioni:** sono le autorità competenti al rilascio delle autorizzazioni per la costruzione e/o l'esercizio di elettrodotti e/o insediamenti e/o aree di cui all'art. 4 del DPCM 8 luglio 2003 (*aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore*).

- **Campata**: elemento minimo di una linea elettrica sotteso tra due sostegni.
- **Distanza di Prima Approssimazione (DPA)**: per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto (*Figura 1*). Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra (*Scheda B10*).
- **Elettrodotto**: è l'insieme delle linee elettriche delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.
- **Fascia di rispetto**: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità ($3 \mu T$). Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore (*Figura 1*).

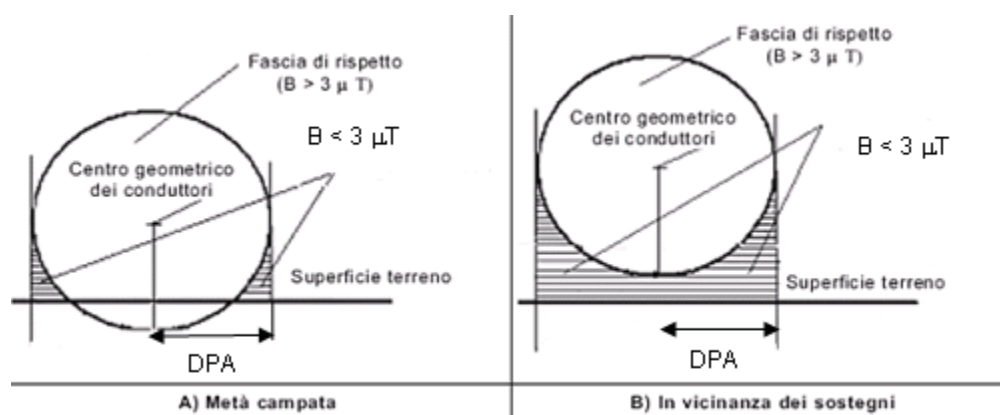


Figura 1 - Schema Fasce di rispetto e DPA in corrispondenza di metà campata e in vicinanza dei sostegni. (N.B.

La dimensione della DPA delle linee elettriche viene fornita approssimata per eccesso al metro superiore (interpretazione prevalente delle ARPA).

- **Impianto**: officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica (trasformazione e/o conversione) dell'energia elettrica

transitante in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva destinazione. Gli impianti possono essere: Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di Primarie e Secondarie e Cabine Utente.

- **Limiti di esposizione** (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 1): nel caso di esposizione, *della popolazione*, a campi elettrici e magnetici, alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

- **Linea**: collegamento con conduttori elettrici, delimitato da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti.

- **Luoghi tutelati** (Legge 36/2001 art. 4 c.1, lettera h): aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.

- **Obiettivo di qualità** (DPCM 8 luglio 2003 art. 4): nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze giornaliere non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione *della popolazione* ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

- **Portata in corrente in servizio normale**: è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 § 2.6.

La corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata":

· per le linee con tensione >100 kV, è definita dalla norma CEI 11-60;

· per gli elettrodotti aerei con tensione <100 kV, i proprietari/gestori fissano la portata in corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori;

· per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 § 3.5 e § 4.2.1 come **portata in regime permanente** (massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato).

- **Sostegno**: elemento di supporto meccanico della linea aerea.

- **Tratta**: porzione di tronco (campate contigue) avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, di tipo meccanico (tipologia del conduttore, configurazione spaziale dei conduttori sui tralicci, ecc.) e relative alla proprietà.

- **Tronco**: collegamento metallico che permette di unire fra loro due impianti (*corrisponde alla linea a due estremi*).

- **Valore di attenzione** (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 2): a titolo di misura di cautela per la protezione *della popolazione* da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

4 CAMPI ELETTROMAGNETICI A BASSISSIMA FREQUENZA (ELF)

ELF è la terminologia anglosassone per definire i campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse, comprese tra 30 Hz e 300 Hz. Le principali sorgenti artificiali di campi ELF sono gli elettrodotti a bassa, media ed alta tensione, le linee elettriche di distribuzione e tutti i dispositivi alimentati a corrente elettrica alla frequenza di 50 Hz, quali elettrodomestici, videoterminali, etc. L'esposizione a campi ELF dovuta ad una determinata sorgente, è valutabile misurando separatamente l'entità del campo elettrico e del campo magnetico, poiché nel caso di frequenze molto basse i campi si comportano come "quasi statici" e non sono interpretabili come onde elettromagnetiche e pertanto il campo elettrico e il campo magnetico variano indipendentemente l'uno dall'altro.

4.1 World Health Organization (WHO) - Attività legate ai CEM

La World Health Organization o Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) è una di quelle organizzazioni Internazionali a base universale, intergovernativa indipendente a carattere permanente e a struttura aperta, con propri organi direttivi, con un proprio bilancio e Segretariato definiti nello Statuto delle Nazioni Unite

come uno di quegli "Istituti Specializzati costituiti con accordi intergovernativi, ed aventi, in conformità ai loro statuti, vasti compiti internazionali nei campi economico, sociale, culturale, educativo, sanitario e simili". L'OMS ha una struttura complessa che comprende, in aggiunta agli organi centrali comuni anche alle altre agenzie specializzate delle Nazioni Unite (Assemblea, Consiglio Esecutivo, Segretariato e vari comitati), strutture regionali create dall'OMS stesso o organi regionali già esistenti integrati nell'Organizzazione.

L'OMS ha inserito tra i suoi argomenti principali i campi elettromagnetici di tutte le frequenze considerandoli una delle influenze ambientali più comuni e più velocemente crescenti. A tale scopo nel 1999 ha dato avvio al EMF International Project o Progetto Internazionale CEM per valutare la prova scientifica degli effetti possibili dei campi elettromagnetici statici e variabili sulla salute umana nella gamma di frequenza da 0 a 300 GHz. Gli obiettivi chiave del progetto sono:

1. Fornire una risposta coordinata internazionale alle preoccupazioni circa gli effetti possibili sulla salute per esposizione a CEM.
2. Valutare la letteratura scientifica e stendere una relazione sugli effetti sulla salute,
3. Identificare le lacune nella conoscenza di tale argomento e dove è necessario effettuare una ulteriore ricerca per dare una migliore valutazione di rischio per la salute.
4. Promuovere un programma di ricerca finalizzato insieme con le agenzie fondatrici.
5. Incorporare i risultati della ricerca in monografie per i criteri sulla salute ambientale dell'OMS dove saranno valutati formalmente i rischi per la salute legati all'esposizione.
6. Fornire le informazioni sull'amministrazione dei programmi di protezione a CEM per il cittadino ed altre autorità, compreso le monografie sulla percezione, sulla comunicazione e sull'amministrazione di rischio dei CEM.
7. Fornire il consiglio alle autorità nazionali, altre istituzioni, grande pubblico ed operai, circa il pericolo derivato dall'esposizione di EMF e una qualsiasi misure necessarie per la mitigazione.

L'organizzazione mondiale per la Sanità (OMS), nel promemoria n.205 del novembre 1998 "CAMPI ELETTROMAGNETICI E SALUTE PUBBLICA: CAMPI A FREQUENZA ESTREMAMENTE BASSA (ELF)", riferiva che: "Non vi è nessuna evidenza convincente che l'esposizione a campi ELF provochi danni diretti alle molecole biologiche, compreso il DNA. È quindi improbabile che essi possano iniziare il processo di cancerogenesi. Tuttavia, sono ancora in corso studi per stabilire se l'esposizione a campi ELF possa influenzare la promozione o la co-promozione del cancro. Recenti studi su animali non hanno trovato evidenze che l'esposizione a campi ELF abbia effetto sull'incidenza di tumori."

L'OMS riferisce ancora in merito agli studi epidemiologici che un'analisi condotta da parte dell'Accademia Nazionale delle Scienze degli Stati Uniti nel 1996 su tutti i lavori che ipotizzavano un'associazione tra la leucemia infantile e l'esposizione a campi ELF "ha suggerito che la residenza vicino ad elettrodotti fosse

associata ad un aumento del rischio di leucemia infantile, ma non di altre forme di cancro. Da questi studi non emergeva un'analogia associazione tra il cancro e l'esposizione residenziale degli adulti."

Infine, riporta che altri studi condotti su soggetti esposti a campi ELF per motivi professionali presentano molte contraddizioni in quanto, pur suggerendo un piccolo aumento del rischio di leucemia per tali lavoratori, non tengono in appropriata considerazione i fattori di confondimento. Conclude, pertanto, "le valutazioni dell'esposizione a campi ELF non presentavano una buona correlazione con il rischio di cancro su soggetti esposti. Quindi, non risultava confermata una relazione di causa ed effetto tra l'esposizione a campi ELF e il cancro".

La conclusione del progetto americano EMF-RAPID, della durata di 5 anni, riguardante le possibili conseguenze sulla salute umana dovute all'esposizione a campi ELF, condotto dall'Istituto Nazionale per le Scienze di Sanità Ambientale - NIESH degli Stati Uniti, e le successive valutazioni (giugno 1998) da parte di un gruppo di lavoro internazionale, su mandato dello stesso NIESH, hanno portato a classificare i campi ELF come "possibile carcinogeno per l'uomo", secondo la classificazione dell'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul cancro - IARC che utilizza le 5 categorie, di seguito riportate (in ordine crescente), per classificare gli agenti potenzialmente cancerogeni:

1. non classificabile,
2. probabilmente non cancerogeno per l'uomo,
3. possibilmente cancerogeno per l'uomo,
4. probabilmente cancerogeno per l'uomo,
5. cancerogeno per l'uomo.

Come riporta il citato promemoria dell'OMS "Possibile carcinogeno per l'uomo è una classificazione usata per denotare un agente per il quale vi sia una limitata evidenza di cancerogenicità nell'uomo ed una evidenza meno che sufficiente negli animali da esperimento. Quindi la classificazione è basata sulla solidità dell'evidenza scientifica, non su quanto l'agente sia cancerogeno, ovvero su quanto elevato sia il suo rischio di cancro. Quindi, "possibile cancerogeno per l'uomo" significa che esiste una limitata evidenza credibile che suggerisca che l'esposizione a campi ELF può provocare il cancro". Mentre non si può escludere, in base all'evidenza disponibile, che l'esposizione a campi ELF causi il cancro, ma sono necessarie ulteriori ricerche, focalizzate e di alte qualità, per risolvere il problema.

4.2 Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) - Attività legate ai CEM

Il CEI ha recepito le due norme CENELEC sui telefoni cellulari EN 50360 e EN 50361, predisponendo la traduzione in italiano (CEI 211-8 e 211-9 rispettivamente), ed anche nella lingua originale inglese le due norme EN 50357 e EN 50364 sui sistemi EAS e RFID; sono state inoltre pubblicate, con la traduzione in italiano, come CEI 106-3 la norma generica EN 50371 e, come CEI 106-5, CEI 106-6, CEI 106-7, le tre norme europee sopra citate sull'immissione sul mercato delle stazioni radio base (EN 50383, EN 50384 e EN 50385).

È stato infine recepito, nella lingua originale inglese, come CEI 106-4, il rapporto R106-001, relativo alla classificazione delle norme sull'esposizione umana ai campi elettromagnetici e contenente linee guida per i comitati di prodotto.

Con riferimento all'aggiornamento delle tre Guide CEI 211-6, 211-7 e 211-10, relative rispettivamente alle metodologie di misura e valutazione dei campi elettromagnetici a bassa frequenza, a quelle ad alta frequenza e all'installazione delle stazioni radio base per la telefonia cellulare, è stata pubblicata, nel Gennaio 2004, la prima variante (V1 alla CEI 211-10), che, attraverso due nuove appendici, tratta il problema della specificazione del software di valutazione dei campi elettromagnetici prodotti dalle stazioni radio base e quello dei metodi di misura dei segnali UMTS.

4.3 Studi Epidemiologici SAE - Attività legate ai CEM

Gli studi epidemiologici sono indagini sanitarie, condotte con metodi di tipo statistico, con le quali si punta a mettere in evidenza eventuali associazioni tra esposizione a fattori di rischio ed insorgenza di patologie. Nel loro complesso, questi studi indicano una possibile associazione tra l'insorgenza di gravi malattie nella fascia di età fino a 14 anni e la residenza nei pressi di elettrodotti; i valori tipici di rischio relativo per questi studi sono compresi tra 1.3 (30% di maggior rischio) e 7 (rischio 7 volte maggiore) ma si concentrano soprattutto nella fascia tra 2 e 3; esistono anche studi che hanno fornito un valore negativo di rischio relativo. Nonostante le correlazioni più accreditate riguardino il rapporto tra residenza e aumento del rischio di contrarre leucemia, tuttavia alcuni ricercatori, convinti della responsabilità del campo magnetico, hanno cercato di individuare (con metodi per lo più deduttivi, in base ai valori tipici di campo magnetico nei pressi delle linee elettriche) una soglia di discriminazione tra livelli sicuri e pericolosi anche per le esposizioni croniche; si è raggiunto un certo consenso sul fatto che *se l'agente responsabile della apparente cancerogenicità delle linee elettriche è il campo magnetico, allora la soglia di discriminazione tra valori sicuri e pericolosi si deve collocare attorno a 0,2 - 0,25 μ T.*

Le commissioni tecniche nazionali ed internazionali che hanno redatto proposte di normative hanno più volte ribadito, in sintonia con la posizione dell'**Organizzazione Mondiale della Sanità**, *che i risultati degli studi epidemiologici, sebbene non possano e non debbano essere ignorati, non sono abbastanza consolidati e coerenti da poter essere utilizzati per identificare dei limiti di esposizione. Gli studi epidemiologici, infatti, possono essere utilizzati per definire livelli di sicurezza solo se sono verificate alcune condizioni: significatività statistica, consistenza, esistenza di una relazione dose/risposta, evidenza di laboratorio, plausibilità biologica. Queste condizioni non sono verificate dagli studi che si sono occupati della possibile cancerogenicità del campo magnetico a bassissima frequenza.*

Le commissioni tecniche hanno probabilmente anche considerato che l'adozione generalizzata di limiti di esposizione basati sulla Soglia di Attenzione Epidemiologica (0,2 μ T) comporterebbe dover destinare *ingenti risorse all'abbattimento dei livelli di campo magnetico a bassissima frequenza nell'ambiente e nelle abitazioni*. Tali risorse dovrebbero inevitabilmente essere distolte da altri settori di prevenzione sanitaria, dove il loro utilizzo potrebbe risultare invece molto più efficace, anche in considerazione del limitato impatto sanitario che, pur se dovessero trovare conferma le ipotesi peggiori, risulterebbe associato alle esposizioni al campo magnetico a bassissima frequenza ai livelli consentiti dalle normative vigenti.

5 CALCOLO CEM & DPA

5.1 Metodologia di calcolo

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:

1. Bidimensionali (2D), se sono rispettate le condizioni di cui al § 6.1 della norma CEI 106-11 Parte I;
2. Tridimensionali (3D), in tutti gli altri casi (I modelli 3D non sono ancora standardizzati. Al momento si stanno valutando i software disponibili in commercio che siano in grado di soddisfare i requisiti definiti nel DM 29.05.08)

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.

Nel caso di cabine elettriche, ai sensi del § 5.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), ed in particolare per le Cabine Primarie generalmente la DPA rientra nel perimetro dell'impianto (§ 5.2.2) in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro.

5.2 Determinazione della fascia di rispetto e DPA*

La "fascia di rispetto", è lo spazio circostante un elettrodotto aereo/cavo, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità ($3 \mu\text{T}$). Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

Il DPCM 08/07/2003 prevede 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:

tale metodologia è stata emanata con il DM 29/05/08 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" (G.U. n. 156 del 05/07/08 – S.O. n. 160).

La fascia di rispetto va individuata, in prima approssimazione, mediante un calcolo a favore di sicurezza secondo quanto segue:

- ✚ Calcolare la fascia di rispetto del tronco di linea, considerando la portata di corrente in servizio normale e la configurazione dei conduttori in modo da ottenere il risultato più cautelativo;
- ✚ Proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- ✚ Individuare l'estensione della fascia con riferimento alla proiezione del suolo del centro della linea (tale estensione viene indicata con il termine distanza di prima approssimazione Dpa).

Va assunta dunque come fascia di rispetto, l'area compresa entro la distanza D_{pa} dalla proiezione a terra del centro linea.

Pertanto, un punto al suolo che ha una distanza $D > D_{pa}$ dalla proiezione al suolo del centro linea presenta un valore di induzione $B < 3\mu T$.

Con riferimento al calcolo della fascia di rispetto, il DM 29/05/08 prevede:

- ✚ *Che la portata in servizio normale dell'elettrodotto è calcolata ai sensi della norma CEI 11-60 per le linee aeree con tensione superiore a 100 kV;*
- ✚ *Nei casi in cui è applicabile la guida CEI 106-11, la fascia di rispetto può essere calcolata sulla base delle formule indicate in tale guida.*

Elettrodotti interrati (D.M. 29/05/2008 CEI 211-4 e 106-11)

**Si precisa, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato (§ 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.

5.3 CAMPI ELETTROMAGNETICI DI CP – CEM & DPA

Come prescritto all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 **e-distribuzione** provvede a comunicare non solo l'ampiezza delle fasce di rispetto, ma anche i dati per il calcolo delle stesse ai fini delle verifiche delle autorità competenti. I dati sono riportati nell'allegato A 16 Cabina primaria isolata in aria (135/150-15/20 kV), reperibili Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08.

Le Distanze di Prima approssimazione di cui agli allegati, sono state simulate ed elaborate con il software EMF Tools v. 3.0 del CESI, che raccoglie, in unica piattaforma diversi moduli di calcolo dei campi elettrici e magnetici, associabili alle varie tipologie di sorgenti esistenti (EMF v. 4.06, CEM Cabine v. 1.0, Fasce v. 1.0, ecc.).

La modellizzazione delle sorgenti fa riferimento alla normativa tecnica CEI 211-4 ed è bidimensionale per le linee elettriche e tridimensionale per le cabine elettriche. Per la determinazione delle DPA si è fatto riferimento alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto.

Dagli stessi allegati e dalla planimetria si evince che la DPA considerata come segue:

- 14 m dall'asse delle sbarre di AT in aria;
- 7 m dall'asse delle sbarre di MT in aria;
- 1,9 m dall'asse trincea del cavo AT interrata in ingresso alla CP stallo Rosso;

ricade per larghissima parte all'interno della Cabina Primaria, i risultati dei calcoli dei campi elettrico e magnetico svolti lungo una sezione trasversale alle sbarre AT 150 kV di stazione e del cavo in ingresso sono espressi nelle seguenti tabelle.

5.3.1 Descrizione e verifica struttura:

Tabella 1

STRUTTURA: Elettrodotta interrato di connessione in ST

CONFIGURAZIONE: Al 3x1x1000 a trifoglio

DIAMETRO	ASCISSA	ORDINATA	TENSIONE	CORRENTE	FASE
[mm]	[mm]	[m]	[kV]	[A]	[deg]
Terna AT 150 kV – 3x1x1000					
95	-47,5	-1,4	150	1000	0
95	47,5	-1,4	150	1000	120
95	0,0	-1,32	150	1000	-120

Tabella 2

0,0	m ALTEZZA FISSA AL SUOLO
-2,0	m DISTANZA INIZIALE (AL SUOLO)
2,0	m DISTANZA FINALE (AL SUOLO)
0,0	GRADI DI PENDENZA DEL TERRENO

Per il calcolo è stato considerato per cavo in semplice terna, tipo XLPE Al 3x1x1000:

1. il valore di corrente 1000 A, in AT 150kV inteso come valore di intensità di corrente massima, trasportabile in condizione di massima carico elettrico;
2. altezza rilievo da terra 0,0 m;
3. passo 0,1 m;
4. fascia di indagine [-2,0; +2,0] m.

Il calcolo fa riferimento alla tratta in area di CP "AT 150 kV" posato secondo le modalità illustrate in figura:

X [m]	Ey [kV/m]	Hx [A/m]	Hy [A/m]	H [A/m]	B [microT]
-2	10,59531	2,064958	0,75138	2,197413	2,761
-1,9	11,35615	2,245993	0,695655	2,35126	2,955
-1,8	12,18209	2,441288	0,618996	2,51854	3,165
-1,7	13,07676	2,650344	0,516779	2,700256	3,393
-1,6	14,04292	2,871828	0,383708	2,897349	3,641
-1,5	15,08187	3,103237	0,214204	3,110621	3,909
-1,4	16,19285	3,340481	0,032791	3,340642	4,198
-1,3	17,37219	3,577401	0,270573	3,587619	4,508
-1,2	18,61239	3,805232	0,593443	3,851229	4,840
-1,1	19,90122	4,012079	0,981595	4,130412	5,190
-1	21,22084	4,18253	1,438951	4,423137	5,558
-0,9	22,54739	4,297569	1,966545	4,72614	5,939
-0,8	23,8512	4,335038	2,560374	5,034686	6,327
-0,7	25,09798	4,270922	3,209404	5,342382	6,713
-0,6	26,25128	4,081704	3,893835	5,641122	7,089
-0,5	27,27587	3,747839	4,584194	5,921244	7,441
-0,4	28,1417	3,258072	5,241953	6,171961	7,756
-0,3	28,82703	2,613865	5,822288	6,38211	8,020
-0,2	29,3196	1,832848	6,279145	6,541177	8,220
-0,1	29,61506	0,951061	6,572013	6,640472	8,345
-1,8E-15	29,71337	0,130714	6,672962	6,674242	8,387
0,1	29,61506	0,951061	6,572013	6,640472	8,345
0,2	29,3196	1,832848	6,279145	6,541177	8,220
0,3	28,82703	2,613865	5,822288	6,38211	8,020
0,4	28,1417	3,258072	5,241953	6,171961	7,756
0,5	27,27587	3,747839	4,584194	5,921244	7,441
0,6	26,25128	4,081704	3,893835	5,641122	7,089
0,7	25,09798	4,270922	3,209404	5,342382	6,713
0,8	23,8512	4,335038	2,560374	5,034686	6,327
0,9	22,54739	4,297569	1,966545	4,72614	5,939
1	21,22084	4,18253	1,438951	4,423137	5,558
1,1	19,90122	4,012079	0,981595	4,130412	5,190
1,2	18,61239	3,805232	0,593443	3,851229	4,840
1,3	17,37219	3,577401	0,270573	3,587619	4,508
1,4	16,19285	3,340481	0,032791	3,340642	4,198
1,5	15,08187	3,103237	0,214204	3,110621	3,909
1,6	14,04292	2,871828	0,383708	2,897349	3,641
1,7	13,07676	2,650344	0,516779	2,700256	3,393
1,8	12,18209	2,441288	0,618996	2,51854	3,165
1,9	11,35615	2,245993	0,695655	2,35126	2,955
2	10,59531	2,064958	0,75138	2,197413	2,761

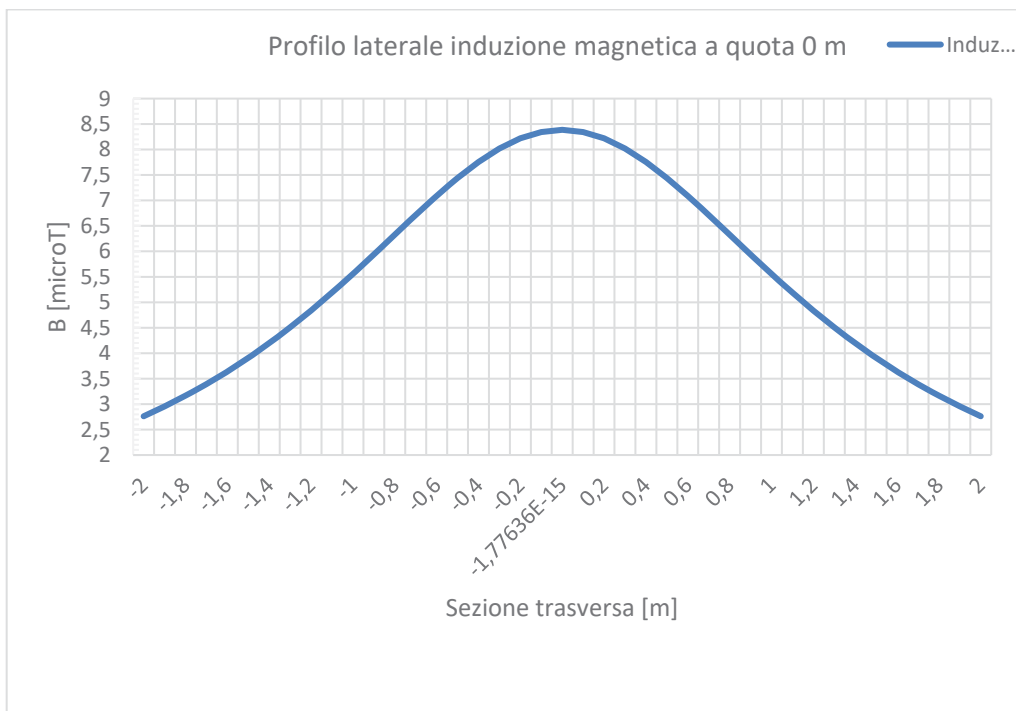


Figura 1 profilo CM cavo AT 150 kV

Risultato obiettivo di qualità a 3 μ T [-1,9 m; 1,9 m].

Tabella 3

STRUTTURA: SBARRE 150 KV – CP PABILLONIS
 CONFIGURAZIONE: Piana

DIAM.	ASCISSA	ORDINATA	TENSIONE	CORRENTE	POTENZA
[m]	[m]	[m]	[kV]	[A]	[MVA]
0.004	-2,20	+7,0	150	870	226
0.004	+0,00	+7,0	150	870	
0.004	+2,20	+7,0	150	870	

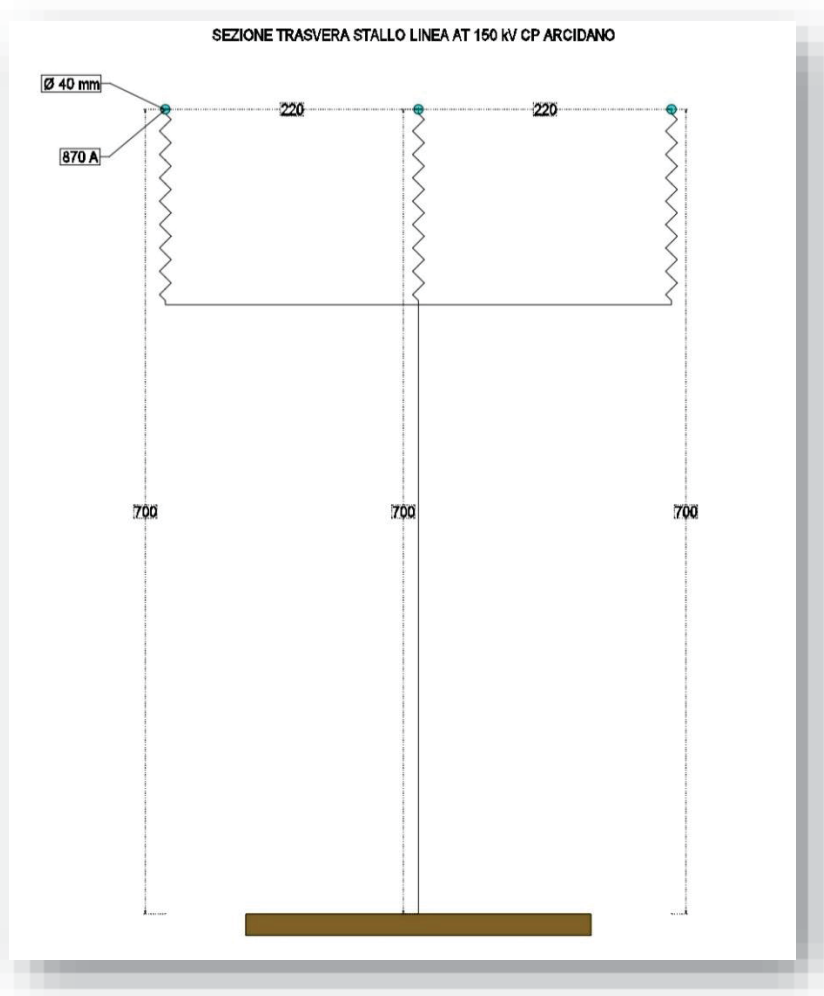


Figura 2 - schematico sezione trasversale sbarre AT stazione utente

X [m]	Y [m]	Ex [kV/m]	Ey [kV/m]	E[kV/m]	Hx [A/m]	Hy [A/m]	H [A/m]	B [μT]
-14	1	0,067255	0,42509	0,430377	1,704563	1,566673	2,315167	2,909
-13,5	1	0,073788	0,459916	0,465798	1,859428	1,614731	2,462688	3,095
-13	1	0,080936	0,498146	0,504678	2,03173	1,659972	2,62363	3,297
-12,5	1	0,088716	0,540101	0,547339	2,223587	1,700812	2,799483	3,518
-12	1	0,097128	0,586116	0,594109	2,437325	1,735206	2,991905	3,760
-11,5	1	0,10614	0,636524	0,645313	2,675457	1,760528	3,202738	4,025
-11	1	0,115676	0,691645	0,701252	2,940638	1,773441	3,434013	4,315
-10,5	1	0,125597	0,751759	0,762178	3,23559	1,769734	3,687953	4,634
-10	1	0,135676	0,817073	0,828261	3,562956	1,744172	3,966963	4,985
-9,5	1	0,145567	0,887676	0,899532	3,925089	1,69036	4,273598	5,370
-9	1	0,154768	0,963469	0,97582	4,32371	1,600742	4,610514	5,794
-8,5	1	0,162583	1,044081	1,056664	4,759425	1,466973	4,980375	6,259
-8	1	0,168075	1,128754	1,141198	5,231035	1,281442	5,385706	6,768
-7,5	1	0,170045	1,216198	1,228028	5,734612	1,042961	5,828682	7,325

-7	1	0,167032	1,304426	1,315076	6,262311	0,781081	6,310834	7,930
-6,5	1	0,15739	1,390561	1,39944	6,800966	0,657162	6,832642	8,586
-6	1	0,13954	1,470667	1,477272	7,330585	0,958952	7,393042	9,290
-5,5	1	0,112715	1,539616	1,543737	7,82305	1,619076	7,988837	10,039
-5	1	0,079923	1,591087	1,593094	8,241513	2,506019	8,614097	10,825
-4,5	1	0,062808	1,617775	1,618994	8,541181	3,576149	9,259623	11,636
-4	1	0,10064	1,611891	1,61503	8,672261	4,801303	9,912649	12,457
-3,5	1	0,17332	1,566014	1,575576	8,585588	6,143016	10,55694	13,266
-3	1	0,25945	1,474224	1,49688	8,240851	7,545424	11,17341	14,041
-2,5	1	0,349286	1,333351	1,378342	7,616457	8,935749	11,7413	14,755
-2	1	0,434971	1,144048	1,223947	6,719769	10,23015	12,23974	15,381
-1,5	1	0,509374	0,911551	1,044216	5,598338	11,34318	12,64947	15,896
-1	1	0,566603	0,646696	0,859799	4,360918	12,1982	12,95429	16,279
-0,5	1	0,602501	0,372536	0,708372	3,242377	12,73586	13,14212	16,515
0	1	0,614714	0,200007	0,646434	2,73494	12,91924	13,20555	16,595
0,5	1	0,602501	0,372536	0,708372	3,242377	12,73586	13,14212	16,515
1	1	0,566603	0,646696	0,859799	4,360918	12,1982	12,95429	16,279
1,5	1	0,509374	0,911551	1,044216	5,598338	11,34318	12,64947	15,896
2	1	0,434971	1,144048	1,223947	6,719769	10,23015	12,23974	15,381
2,5	1	0,349286	1,333351	1,378342	7,616457	8,935749	11,7413	14,755
3	1	0,25945	1,474224	1,49688	8,240851	7,545424	11,17341	14,041
3,5	1	0,17332	1,566014	1,575576	8,585588	6,143016	10,55694	13,266
4	1	0,10064	1,611891	1,61503	8,672261	4,801303	9,912649	12,457
4,5	1	0,062808	1,617775	1,618994	8,541181	3,576149	9,259623	11,636
5	1	0,079923	1,591087	1,593094	8,241513	2,506019	8,614097	10,825
5,5	1	0,112715	1,539616	1,543737	7,82305	1,619076	7,988837	10,039
6	1	0,13954	1,470667	1,477272	7,330585	0,958952	7,393042	9,290
6,5	1	0,15739	1,390561	1,39944	6,800966	0,657162	6,832642	8,586
7	1	0,167032	1,304426	1,315076	6,262311	0,781081	6,310834	7,930
7,5	1	0,170045	1,216198	1,228028	5,734612	1,042961	5,828682	7,325
8	1	0,168075	1,128754	1,141198	5,231035	1,281442	5,385706	6,768
8,5	1	0,162583	1,044081	1,056664	4,759425	1,466973	4,980375	6,259
9	1	0,154768	0,963469	0,97582	4,32371	1,600742	4,610514	5,794
9,5	1	0,145567	0,887676	0,899532	3,925089	1,69036	4,273598	5,370
10	1	0,135676	0,817073	0,828261	3,562956	1,744172	3,966963	4,985
10,5	1	0,125597	0,751759	0,762178	3,23559	1,769734	3,687953	4,634
11	1	0,115676	0,691645	0,701252	2,940638	1,773441	3,434013	4,315
11,5	1	0,10614	0,636524	0,645313	2,675457	1,760528	3,202738	4,025
12	1	0,097128	0,586116	0,594109	2,437325	1,735206	2,991905	3,760
12,5	1	0,088716	0,540101	0,547339	2,223587	1,700812	2,799483	3,518
13	1	0,080936	0,498146	0,504678	2,03173	1,659972	2,62363	3,297
13,5	1	0,073788	0,459916	0,465798	1,859428	1,614731	2,462688	3,095
14	1	0,067255	0,42509	0,430377	1,704563	1,566673	2,315167	2,909

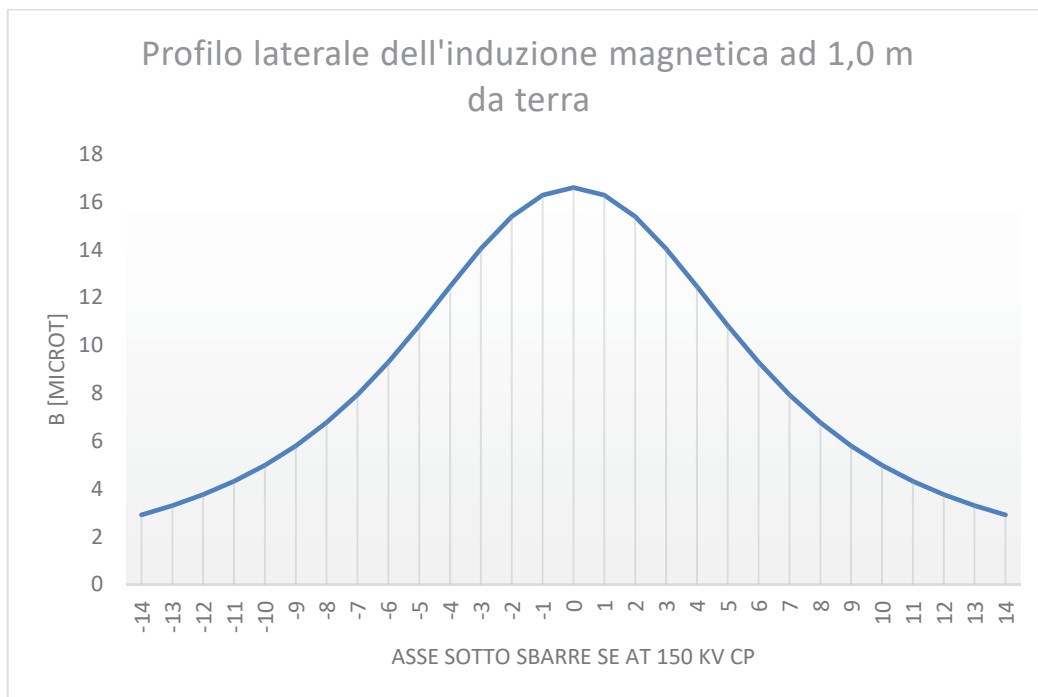


Figura 3 - Profilo CM interno all'area di stazione produttore

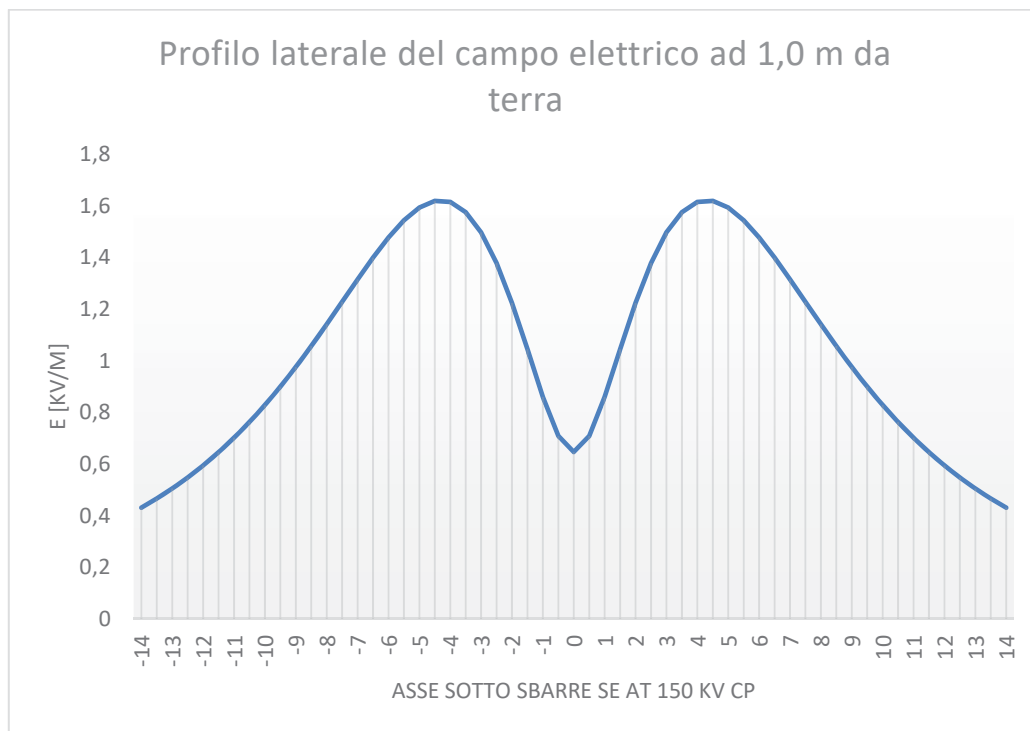


Figura 4 - profilo CE interno all'area di stazione utente

6 Conclusioni

La determinazione teorica dei livelli di induzione magnetica a bassa frequenza (ELF), legati alle sorgenti classificate le opere connesse "CP PABILLONIS", in particolare la ricerca delle DPA che definiscono le estensioni della fascia di rispetto riferita all'obiettivo di qualità, 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) suggerisce le seguenti conclusioni.

- *Per l'area di Cabina Primaria, nelle ipotesi di massima potenza transitante, si può ritenere la sostanziale rispondenza del progetto ai requisiti imposti dalla vigente normativa in tema di salute pubblica ed in particolare a quella sulle esposizioni da campi elettrici e magnetici.*

Il tecnico

7 Riferimenti normativi

- 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, valori di attenzione ed 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, GU n. 156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".
- DM 21 marzo 1988, n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" e s.m.i..
- CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV".
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".
- 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 I".
- CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche".
- 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".