



Relazione di calcolo della DPA da linee e cabine elettriche

Progetto Definitivo



Impianto agrivoltaico "F-RUMA"

Comune di Sassari (SS)

Località "Frazione Rumanedda – Nurra"



N. REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	Emissione	I.A.T.	G.F.	Asja Nurra 2 s.r.l.

IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
06/03/2023
Corso Vittorio Emanuele II, 6
10123 Torino - Italia
asja.nurra2@pec.it

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 0 di 19

INDICE

1	PREMESSA	1
2	OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08	2
3	PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	3
4	VALUTAZIONE DELLA DPA PER LA PROTEZIONE DELLA POPOLAZIONE DALL'ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	5
4.1	Premessa	5
4.2	Calcolo DPA cavidotti interrati a 36 kV	6
4.2.1	Cavidotto composto da una terna 3x1x50 mm ²	7
4.2.2	Cavidotto composto da due terne 3x1x50 mm ²	8
4.2.3	Cavidotto a 36 kV di connessione alla RTN	9
4.3	Cabine Elettriche di Trasformazione 0,8/36 kV.....	10
4.4	Cabina elettriche utente e cabina di raccolta d'impianto	12
5	PRESENZA DI EVENTUALI RICETTORI.....	13
6	CONCLUSIONI	14
7	LEGGI, NORME E REGOLAMENTI	16
7.1	Norme legislative.....	16
7.2	Norme tecniche	16
7.3	Guide ENEL	17
7.4	Altri riferimenti bibliografici.....	17

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MW _{ac}	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 1 di 19

1 PREMESSA

La Società Asja Nurra 2 s.r.l., con sede legale a Torino in Corso Vittorio Emanuele II n. 6, intende realizzare un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile costituito da un impianto agrivoltaico con moduli installati su inseguitori solari monoassiali ubicato in Comune di Sassari (Provincia di Sassari), località "*Binzas Noas*", e denominato RUMA.



L'impianto in progetto avrà una potenza complessiva AC di 10 MW, data dalla somma delle potenze nominali dei singoli inverter (potenza nominale lato DC pari a 11,44 MW_P), e sarà costituito da n. 406 inseguitori monoassiali (*tracker* da n. 2x12 e 2x24 pannelli FV).

L'intervento ha ottenuto il preventivo di connessione di cui al Codice pratica TERNA n. **202202101** relativo ad una potenza in immissione di 10 MW.

In accordo con la citata STMG l'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 380/150/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Fiumesanto Carbo – Ittiri".

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

La presente relazione, in conformità al procedimento per il calcolo della fascia di rispetto di cui al § 5.1.3 del D.M. 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), riporta il calcolo della distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche, e fornisce i valori della DPA per i cavidotti e le cabine elettriche strumentali all'impianto fotovoltaico in questione.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 2 di 19



2 OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08

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

1. sezione impianto di generazione realizzata con moduli fotovoltaici e distribuzione elettrica in corrente continua, a tensione minore di 1500V c.c., tramite conduttori isolati;
2. sezione di conversione tramite inverter per passaggio da corrente continua a corrente alternata trifase in bassa tensione, 800V – 50 Hz;
3. sezione di elevazione della tensione per raggiungere il valore di 36 kV-50 Hz per la connessione delle cabine di trasformazione (tramite trasformatore elevatore) e distribuzione con conduttori interrati;
4. sezione di distribuzione dell'energia realizzata mediante cavo interrato esercito a 36 kV:
 - tra la cabina di raccolta d'impianto, posta ai confini dell'area, e la cabina elettrica utente prevista nei pressi della futura Stazione Elettrica (SE) della RTN;
 - tra la menzionata cabina d'utenza fino alla futura SE di Terna.

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

- cavidotti a 36 kV per la interconnessione delle cabine di trasformazione interne all'impianto con percorso interrato;
- cavidotto interrato a 36 kV per la connessione della cabina di raccolta alla cabina elettrica utente e da quest'ultima alla futura Stazione Elettrica della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) di Terna con percorso interrato;
- cabine di trasformazione;
- cabina di raccolta;
- cabina elettrica utente.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 3 di 19

3 PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI

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

Al fine di meglio comprendere le valutazioni della presente relazione si richiamano le seguenti definizioni:

Fascia di rispetto: Spazio circostante un elettrodotto (Figura 3.1) che comprende tutti i punti p con induzione magnetica \geq all'obiettivo di qualità (3 μ T), alla portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6 c. 1).

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 4 di 19

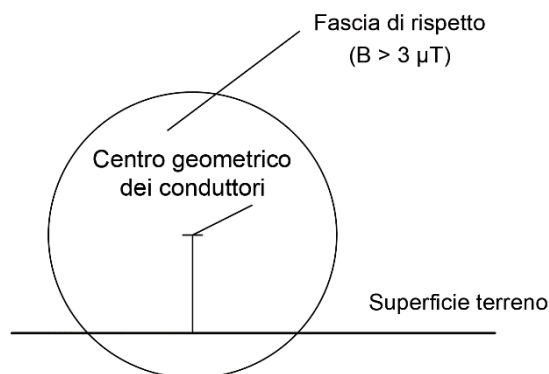


Figura 3.1 – Fascia di rispetto intorno all'elettrodotto

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

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

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

Distanza di prima approssimazione (DPA): Garantisce che ogni punto distante dall'elettrodotto più di DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto (Figura 3.2).

Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea (rappresenta una semi-fascia).

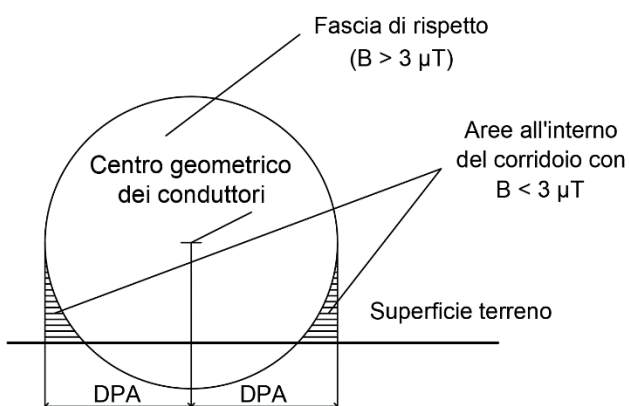




Figura 3.2 – Calcolo della DPA per un elettrodotto

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 5 di 19



4 VALUTAZIONE DELLA DPA PER LA PROTEZIONE DELLA POPOLAZIONE DALL'ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI

4.1 Premessa

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 (art. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4,0.2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5kV/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).

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), nel rispetto dell'Obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 6 di 19



Nella valutazione delle DPA per le opere strumentali all'impianto fotovoltaico in questione si fa riferimento ai valori di DPA elaborati con riferimento alla norma CEI 106-11 e con il software Magnetic Induction Calculation (MAGIC) della società Be Shielding s.r.l, che raccoglie diversi moduli di calcolo dei campi magnetici, associabili alle varie tipologie di sorgenti esistenti, tra cui quelle in questione. 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.

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

4.2 Calcolo DPA cavidotti interrati a 36 kV

I cavi impiegati per la distribuzione interna all'impianto, per la connessione tra le cabine di conversione e trasformazione e quella generale collettoria di impianto, sono del tipo ARG7H1RX di varie sezioni (cavi tripolari ad elica visibile per posa interrata) o equivalente, posati con interrimento diretto o entro tubi corrugati a doppia parete interrati con resistenza allo schiacciamento di 750N ad una profondità di 1,1 - 1,2 m, con una quota maggiore di 1 m all'estradosso; per tale ragione, le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta e inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i..

Nella distribuzione a 36 kV interna all'impianto sono previste varie configurazioni con terne multiple di cavi, nei casi in cui si verificano tali configurazioni si indicano i valori di induzione magnetica calcolati a una quota di 1m dal suolo tramite il software di simulazione di campi elettromagnetici Magnetic Induction Calculation (MAGIC) della società Be Shielding s.r.l..

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 7 di 19

4.2.1 Cavidotto composto da una terna 3x1x50 mm²

In Figura 4.1 viene illustrata graficamente la curva equilivello a 3 µT dell'induzione magnetica generata da un cavidotto a 36 kV interrato costituito da una terna di cavi 3x1x50 mm² con i conduttori disposti a trifoglio attraversati dalla corrente nominale della sezione più alta presente in tale impianto, pari a 168 A.

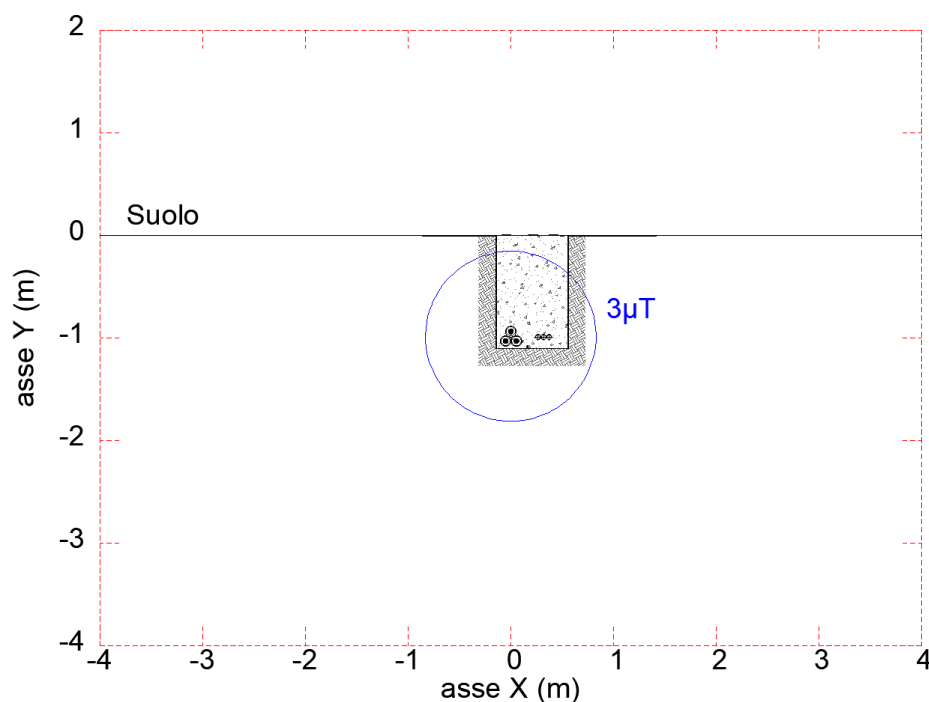




Figura 4.1 - Curva Equilivello 3µT – 1 terna di cavi a 36 kV

Le analisi effettuate evidenziano che nel caso di elettrodotto realizzato con 1 terna di cavi a 36kV, attraversati da una corrente pari a 168 A, pari alla portata nominale della sezione più alta presente nell'impianto in questione, i valori di induzione magnetica calcolati sono inferiori alla soglia di 3 µT per una distanza inferiore alla profondità di posa; pertanto, non è necessario assumere alcuna DPA.

In seguito, si riportano i parametri presi in considerazione per effettuare il calcolo attraverso il software:

CAVIDOTTO a 36kV INTERRATO SEZIONE TIPO "1C" - 1 Circuito di cavi a 36kV

Sezione [mm ²]	Corrente [A]	Profondità di posa [m]	Diametro del conduttore [m]
3x1x50	168	1,00	0,05

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 8 di 19

4.2.2 Cavidotto composto da due terne 3x1x50 mm²

In Figura 4.2 viene illustrata graficamente la curva equilivello a 3 μT dell'induzione magnetica generata da un cavidotto a 36 kV interrato costituito da due terne di cavi 3x1x50 mm² con i conduttori disposti a trifoglio attraversati dalla corrente nominale della sezione più alta presente in tale impianto, pari a 168 A.

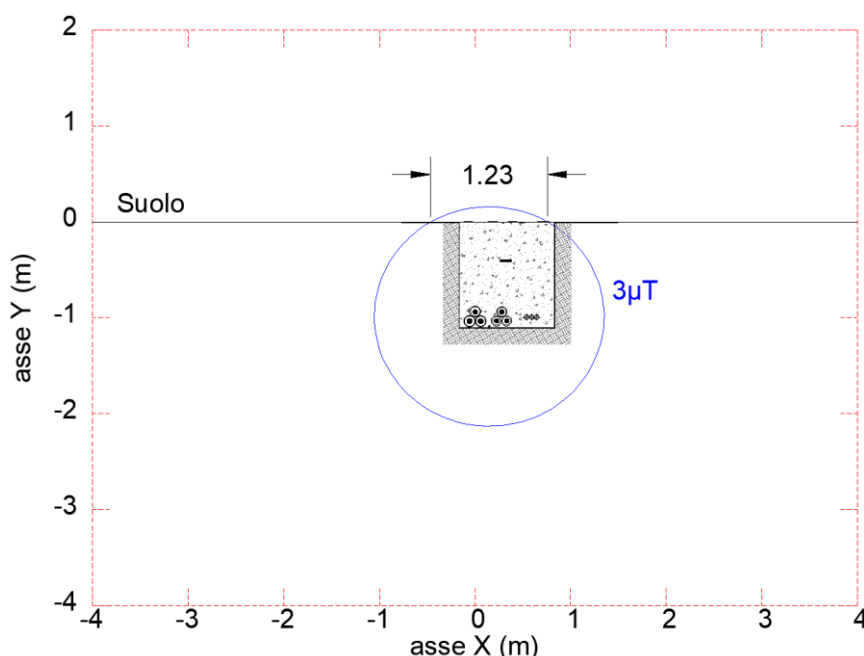




Figura 4.2 - Curva Equilivello 3μT – 2 terne di cavi a 36 kV

Le analisi effettuate evidenziano che nel caso di elettrodotta realizzato con 2 terne di cavi a 36kV, attraversati da una corrente pari a 168 A, pari alla portata nominale della sezione più alta presente nell'impianto in questione, i valori di induzione magnetica calcolati a una quota di 1 m da suolo sono inferiori alla soglia di 3 μT per una distanza di circa 1,23 m a cavallo dell'asse dell'elettrodotta; pertanto, la fascia di rispetto per le tratte in cui sono presenti 2 terne di conduttori attraversati da una corrente pari a 168 A, in adiacenza si assumerà pari a 2 m a cavallo dell'asse del cavidotto considerato.

In seguito, si riportano i parametri presi in considerazione per effettuare il calcolo attraverso il software:

CAVIDOTTO a 36kV INTERRATO SEZIONE TIPO "2C" - 2 Circuiti di cavi a 36kV

Sezione [mm ²]	Corrente [A]	Profondità di posa [m]	Diametro del conduttore [m]
3x1x50	168	1,00	0,05

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 9 di 19

4.2.3 Cavidotto a 36 kV di connessione alla RTN

L'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 380/150/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Fiumesanto Carbo – Ittiri".

Per la connessione del quadro generale presente nella cabina di raccolta con la sezione a 36kV della futura SE di Terna verranno usati cavi del tipo ARG7H1R – 36 kV forniti nella versione unipolare.

In Figura 4.3 viene illustrata graficamente la curva equilivello a 3 μ T dell'induzione magnetica generata da una terna interrata di cavi ARG7H1R - 36kV della sezione di 3x1x630 mm² con i conduttori disposti a trifoglio e, analizzando la situazione più gravosa, attraversati dalla portata nominale della sezione scelta, pari a 706 A.

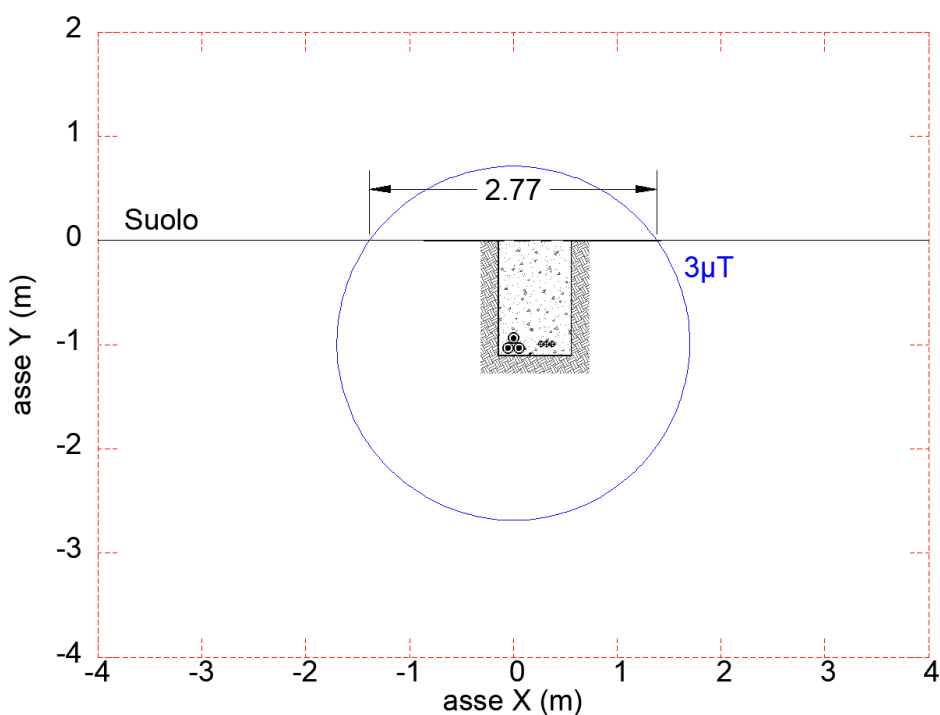




Figura 4.3 - Curva Equilivello 3 μ T – 1 terna di cavi a 36 kV

Le analisi effettuate evidenziano che nel caso di elettrodotto realizzato con 1 terna di cavi a 36kV, attraversati da una corrente pari a 706 A, pari alla portata nominale della sezione scelta, i valori di induzione magnetica calcolati a una quota di 1 m da suolo sono inferiori alla soglia di 3 μ T per una distanza di circa 2,27 m a cavallo dell'asse dell'elettrodotto; pertanto, la fascia di rispetto per il cavidotto di collegamento dell'impianto con la futura SE RTN costituito da 1 terna di conduttori di sezione pari a 3x1x630mm² attraversati da una corrente pari a 706 A, in adiacenza si assumerà pari a 3 m a cavallo dell'asse del cavidotto considerato.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 10 di 19

In seguito, si riportano i parametri presi in considerazione per effettuare il calcolo attraverso il software:

CAVIDOTTO a 36kV INTERRATO SEZIONE TIPO "1C" - 1 Circuito di cavi a 36kV

Sezione [mm ²]	Corrente [A]	Profondità di posa [m]	Diametro del conduttore [m]
3x1x630	706	1,00	0,05

4.3 Cabine Elettriche di Trasformazione 0,8/36 kV

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico prevede l'impiego di n. 5 cabine per la trasformazione 0,8/36 kV di potenza AC 2000 kVA. Ciascuna cabina sarà realizzata mediante container metallico (Figura 4.4).

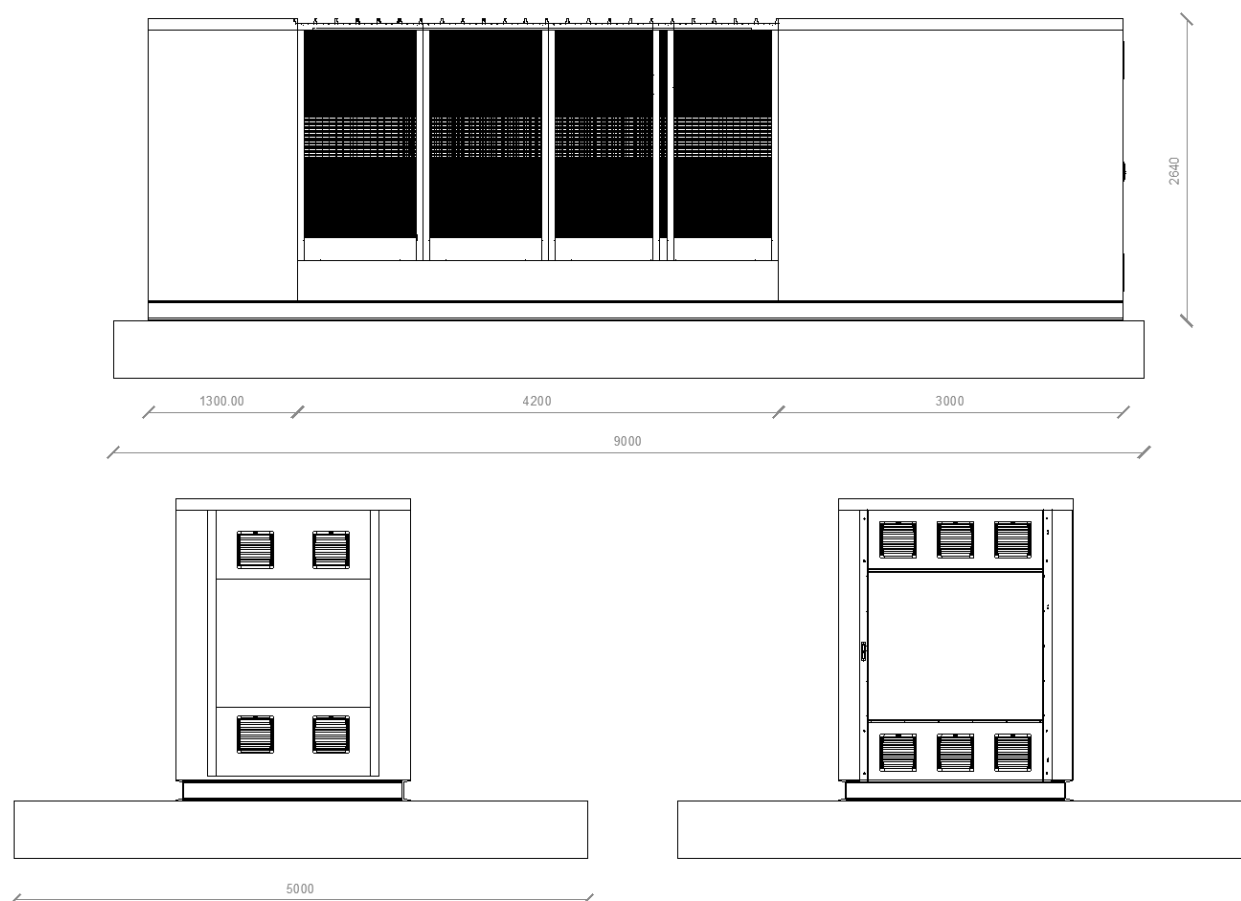




Figura 4.4 - Tipologia cabinati metallici per cabina di trasformazione – dimensioni in mm

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 11 di 19

Nel caso di cabine elettriche, ai sensi del § 5.2 dell'allegato al DM 29.05.08 la fascia di rispetto è intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina elettrica, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore applicando la relazione 5.2.

$$DPA = 0,40942 \cdot x^{0,5241} \cdot \sqrt{I} \quad (5.2)$$

Dove:

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

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

Nel caso delle cabine elettriche di trasformazione 0,8/36 kV dei sottocampi, trattandosi di cabine con correnti nominali a bassa tensione massime pari a 1445 A, la DPA si può assumere pari a 4 m, come illustrato in Figura 4.5.

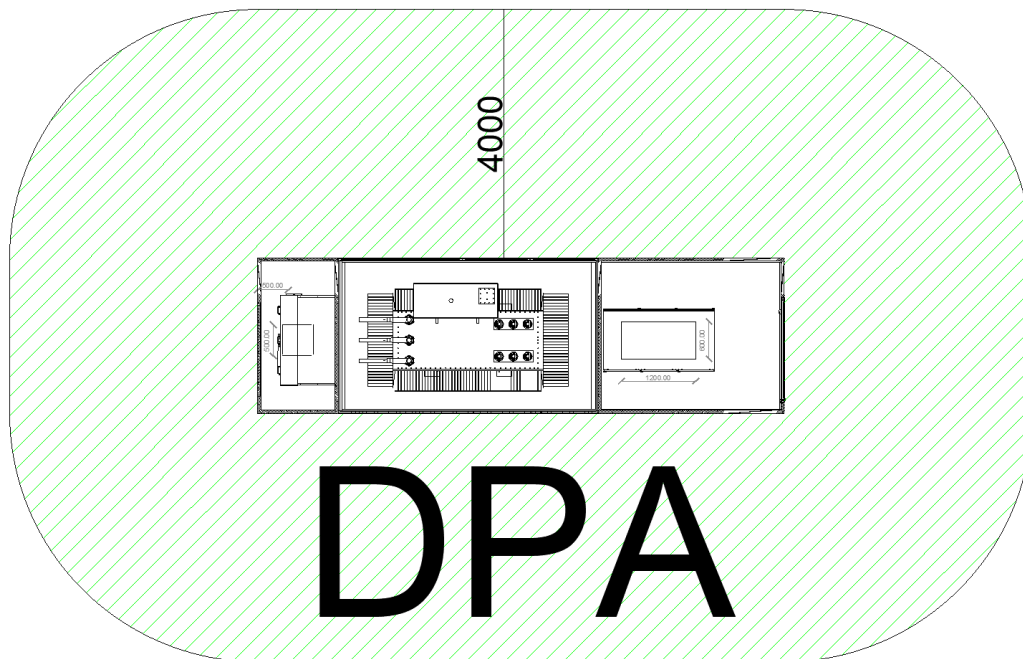






Figura 4.5 - DPA (in mm) per le cabine di conversione 0,8/36 kV 2000 kVA

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 12 di 19

4.4 Cabina elettriche utente e cabina di raccolta d'impianto

Sulla cabina di raccolta di impianto, posta ai confini del lotto, e sulla cabina elettrica utente, posta nei pressi della futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 380/150/36 kV della RTN, convergeranno esclusivamente cavi a 36 kV con una corrente massima molto inferiore alle correnti in gioco nelle cabine di trasformazione; sono inoltre presenti all'interno solo trasformatori per servizi ausiliari di potenza trascurabile.

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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 13 di 19

5 PRESENZA DI EVENTUALI RICETTORI



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

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

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

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

In corrispondenza delle DPA individuate per le diverse sezioni di impianto non si registra la presenza di edifici con permanenza stabile di persone.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MW _{ac}	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 14 di 19

6 CONCLUSIONI

La presente relazione ha valutato le fasce di rispetto per gli elementi dell'impianto agrivoltaico denominato RUMA, avente potenza di 11,44 MW_p (10 MW_{ac}) ed ubicato in agro del Comune di Sassari.

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

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



- cavidotti per la interconnessione delle cabine di trasformazione interne all'impianto con percorso interrato;
- cavidotto interrato a 36 kV per la connessione della cabina di raccolta delle linee di impianto alla cabina elettrica utente e da quest'ultima alla futura Stazione Elettrica della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) di Terna con percorso interrato;
- cabine di trasformazione;
- cabina di raccolta;
- cabina elettrica utente.

Dal punto di vista del calcolo delle fasce di rispetto dalle opere assoggettabili al DM 29.05.08 si può concludere che:

1. Per le linee a 36kV relative alle connessioni tra le cabine di trasformazione e la cabina di raccolta, considerando la sezione più alta presente in tale impianto (3x1x50mm²) la DPA varia a seconda del numero delle terne inserite nello stesso scavo:



N. Terne poste nello stesso scavo	$B \leq 3\mu T$	DPA	Fascia di Rispetto
1 Terna	0 m	0 m	Nessuna
2 Terne	1,23 m	1 m	2 m

2. Per il cavidotto di collegamento della cabina di raccolta con la futura SE RTN di Terna, considerata la tipologia del cavidotto, composto da una terna di sezione pari a 630mm², si indica una fascia di rispetto pari a 3 m; pertanto si assume una DPA di 1,5 m dall'asse del cavidotto;

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 15 di 19

3. Nel caso delle cabine elettriche di trasformazione dei cluster, la DPA si può assumere pari a 4 m;
4. Per la cabina colletttrice di impianto e per la cabina elettrica utente, tenuto conto che la corrente di riferimento delle linee a 36kV è molto inferiore della corrente di riferimento per il calcolo della DPA delle cabine elettriche di trasformazione, si assume comunque un valore cautelativo di DPA pari a 2 m che ricade interamente all'interno dell'area di progetto;
All'interno delle succitate DPA, alcune ricadenti all'interno di aree entro la quale non è consentito l'accesso al pubblico, non sono previste destinazioni d'uso che comportino una permanenza prolungata di persone oltre le quattro ore giornaliere.

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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 16 di 19

7 LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

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



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

7.1 Norme legislative

- Legge n. 36, del 22 febbraio 2001: "*Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*". G. U. n. 55 del 7 marzo 2001.
- DPCM 8 luglio 2003: "*Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti*" - G. U. n. 200 del 29 agosto 2003.
- Decreto Ministeriale 29 maggio 2008. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti. (Supplemento ordinario n.160 alla G.U. 5 luglio 2008 n. 156).

7.2 Norme tecniche

- CEI 211-6. Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana.
- CEI 211-4. Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche.
- CEI 106-11. Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art. 6). Parte 1: linee elettriche aeree e in cavo.
- CEI 11-17. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "F-RUMA" IN LOCALITÀ "FRAZIONE RUMANEDDA - NURRA" DELLA POTENZA NOMINALE DI 10 MWac	COD. ELABORATO IT/FTV/F-RUMA/PDF/E/RT/003-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA DPA DA LINEE E CABINE ELETTRICHE	PAGINA 17 di 19

7.3 Guide ENEL

- Enel. Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08. Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche.

7.4 Altri riferimenti bibliografici

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