



REGIONE SICILIANA
 Libero Consorzio dei Comuni di Siracusa
COMUNE DI LENTINI
 Città Metropolitana di Catania
COMUNE DI PALAGONIA



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "LENTINI1 "
 DELLA POTENZA NOMINALE DI 60.016 kW E POTENZA DI IMMISSIONE 52.300 kW E DELLE
 RELATIVE OPERE CONNESSE NEI COMUNI DI LENTINI (SR) E PALAGONIA (CT)**

COMMITTENTE



Iberdrola Renovables Italia S.p.A.
 Sede Legale Piazzale dell'Industria n. 40
 ROMA (RM) CAP 00144
 CF/P.IVA 06977481008

SVILUPPATORE






Fabroen s.r.l
 Sede legale Via Brunetto Latini n. 11
 Palermo (PA) CAP 90141
 CF/P.IVA 05052720827
 Legale rappresentante
 Avv. Fabrizio Romeo



RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Data	Formato	Scala	Cod Elaborato	Cod TERNA	Livello Progettazione	REV	Visto
10/05/2024			RS06REL0011A0	202203039	definitivo		

STRUTTURA DI PROGETTAZIONE	REDAZIONE	Iberdrola Renovables S.p.A 	REDAZIONE	Dr. Arch. Calogero Morreale
	REDAZIONE	Dr. Geol. Francesco La Mendola 	REDAZIONE	Dr. Natur. Mirko Amato
	REDAZIONE	Ing. Elett. Giuseppe Lo Presti 	REDAZIONE	Dr. Agr. Paolo Di Bella

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

Sommario

1. Generalità	3
1.1 Considerazione.....	3
1.2 Campi elettrici e magnetici.....	3
2. PREMESSA	4
3. Localizzazione	4
4. Descrizione dell'impianto	5
4.1 Elettrodotto di Connessione.....	9
5. Campi Elettrici e Magnetici	10
5.1 Compatibilità campi elettrici e magnetici.....	10
5.2 Chiarimenti sulla metodologia di calcolo dei campi elettromagnetici (CEM).....	11
6. Richiami normativi	13
6.1 Metodologia di calcolo.....	14
6.2 Normativa di riferimento:	15
6.3 Definizione.....	17
6.4 Contesto Internazionale.....	17
7. Produttori di campi elettromagnetici	18
7.1 Cabine.....	18
7.2 Moduli.....	20
7.3 Inverter.....	20
7.4 Elettrodotto 36 kV del Parco Fotovoltaico.....	21
7.5 Elettrodotto di connessione.....	21
8. Valutazione delle fasce di rispetto	26
8.1 6.1 Premessa.....	26
9. Conclusioni	26
10. APPENDICE	28
10.1 8.1 Pubblicazioni.....	28
11. Termini e Definizioni	30
11.1 Acronimi.....	32
12. Sulla valutazione del rischio da campi elettromagnetici (CEM)	35
12.1 Approfondimenti.....	35

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

1. Generalità

Il termine compatibilità elettromagnetica (di seguito CEM) si fa riferimento alla generazione, la trasmissione e la ricezione non intenzionali di energia elettromagnetica in relazione agli effetti indesiderati che queste possono comportare. La compatibilità elettromagnetica prende in considerazione alcuni problemi:

L'obiettivo principale della legislazione sulla compatibilità è quello di assicurare che le apparecchiature elettriche, che possono generare perturbazioni elettromagnetiche o il cui funzionamento può subire gli effetti di tali perturbazioni, rispondano ad un livello adeguato di compatibilità elettromagnetica tale da creare un ambiente elettromagnetico accettabile. Il risultato dei calcoli effettuati indicano che il valore dell'induzione magnetica, di seguito indicato campo magnetico, generato dagli elettrodotti in cavo interrato si mantiene entro i limiti imposti dalla legislazione tecnica con riferimento ai valori di 3 microtesla quale obiettivo di qualità.

1.1 Considerazione

L'energia associata ai CEM, alla frequenza di 50 Hz, non è in grado di causare ionizzazione (alterazione dei legami chimici e delle strutture atomiche) di atomi e molecole nei sistemi biologici, pertanto i CEM rientrano tra gli agenti fisici identificati come "**radiazioni non ionizzanti**".

Il campo fotovoltaico oggetto del presente progetto in presenza di apparecchiature elettriche esercite a 50 Hz è classificato (ICNIRP) campo a bassa frequenza.

In atto, la direttiva 2013/35/UE [14], recepita nel TUS attraverso il D. Lgs.159/2016, fa riferimento esclusivamente agli effetti acuti associati all'esposizione ai CEM poiché attualmente non si dispone di prove scientifiche accertate dell'esistenza di un nesso causale fra l'esposizione ai CEM ed i possibili effetti a lungo termine.

Qualora emergessero dati scientifici accertati in merito a possibili effetti a lungo termine, la Direttiva sarà oggetto di una revisione che riguardi gli effetti sul corpo umano.

1.2 Campi elettrici e magnetici

Lo studio di compatibilità sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ha lo scopo di effettuare la valutazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica generati dalle condutture e apparecchiature elettriche che compongono l'impianto elettrico in progetto con riferimento alle prescrizioni di cui al DPCM del 08-07-03 in materia di "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 50 Hz generati dagli elettrodotti".

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

La presente relazione conduce a riferire sui valori di emissione del campo magnetico in prossimità del cavidotto di connessione evidenziando le distanze di prima approssimazione (DPA).

2. PREMESSA

Il presente elaborato contiene le indicazioni preliminari ante operam relative all'esecuzione dei lavori in progetto, nel rispetto al DPCM del 08-07-03 in materia di "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 50 Hz generati dagli elettrodotti".

Ad impianto realizzato si provvederà alla verifica dei valori preliminarmente determinati.

Il progetto per la realizzazione dell'impianto prevede una configurazione di pannelli su strutture metalliche del tipo tracker mono-assiali del tipo 1P e 2P, sotto specificate, distribuite sulle aree geografiche dei Comuni Lenti e Palagonia.

L'impianto di produzione avrà la potenza nominale 60.016 kW, pari alla somma delle potenze elettrica di picco nominali dei singoli moduli fotovoltaici installati.

Il sito ove è prevista la realizzazione dell'impianto fotovoltaico è relativo ad un'area attualmente utilizzata ai fini agricoli avente estensione di circa 128 *ha*. L'impianto sarà suddiviso in più aree geografiche (14 sezioni) e sarà costituito oltre che dai moduli su strutture metalliche anche dalle cabine di conversione e trasformazione (Unità di Potenza) oltre gli edifici a servizio delle apparecchiature elettriche, e di stoccaggio etc.

L'energia prodotta dall'impianto sarà immessa nella rete RTN direttamente alla potenza di 52.300 kW.

La realizzazione dell'opera è inserita in un programma di pianificazione per l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali, solari e agricole, rispettando gli indicatori sociali, ambientali e territoriali, in particolare la tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, della protezione della salute umana.

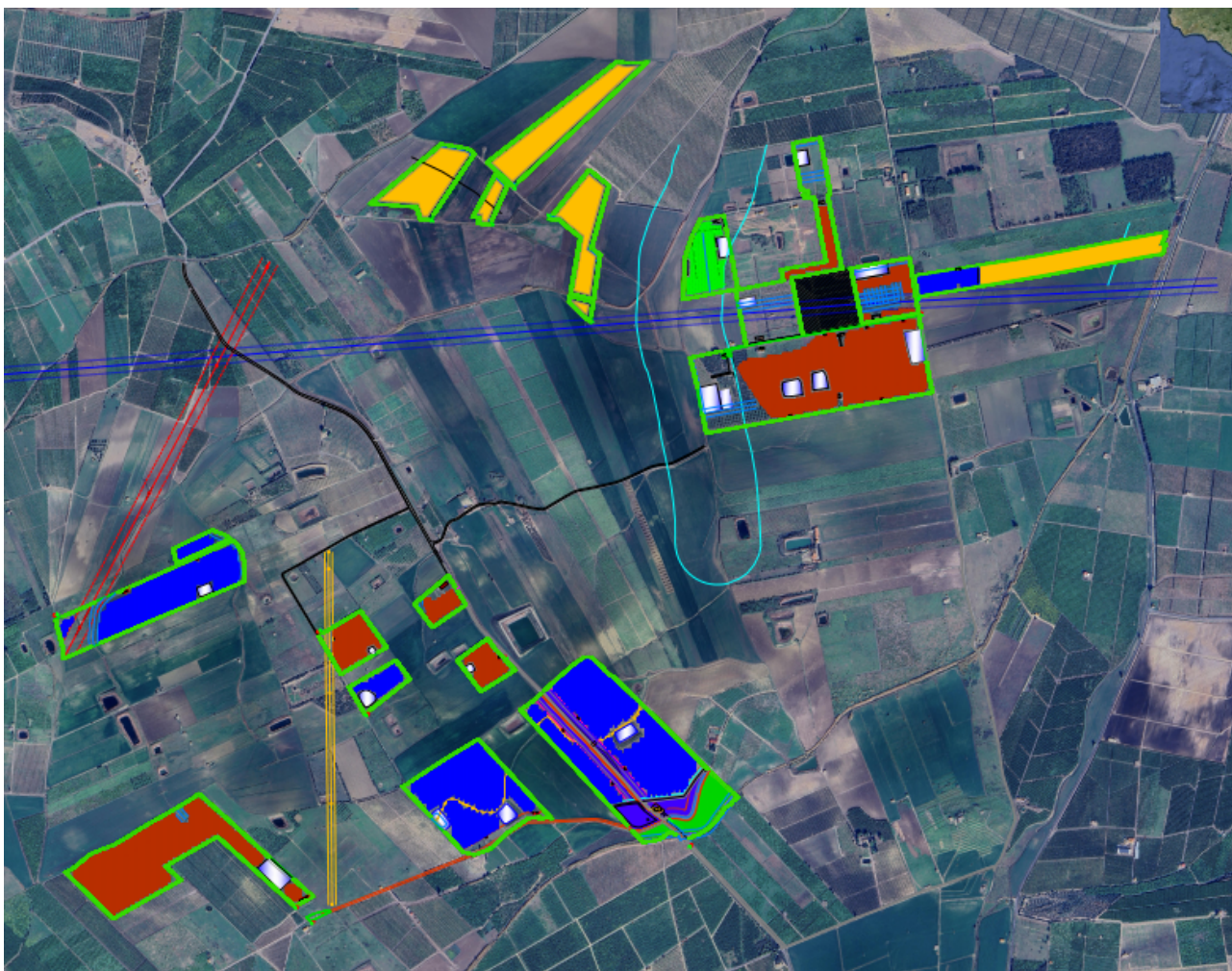
Il sito, ove è prevista la realizzazione dell'impianto agrivoltaico, è relativo ad un'area attualmente utilizzata ai fini agricoli avente estensione totale di circa 128 *ha*.

3. Localizzazione

L'area di studio si trova ad un'altitudine mediamente di 65 mt s.l.m. -presenta una pendenza variegata, che con i tracker mono-assiali si ottiene una esposizione ottimale per lo sfruttamento dell'irraggiamento solare.

Tale area individuata per la progettazione degli impianti ricade nel territorio dei Comuni di Lentini (SR) e di Palagonia (CT) e si trova ad un'altitudine s.l.m. di 65 m. presenta una pendenza variegata, che con i tracker si ottiene una esposizione ottimale per lo sfruttamento dell'irraggiamento solare.

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW



Layout su ortofoto Coord. 37.372365° 14.839747°

4. Descrizione dell'impianto

L'impianto progettato sarà costruito in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico, previsti dalla normativa statale vigente (Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003). Si rileva comunque che nella stazione, che sarà normalmente esercita in tele conduzione, non è prevista la presenza di personale se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria, cioè per poche ore con periodicità semestrale

La rete elettrica e le apparecchiature di generatore di campi elettromagnetici sono così individuate:

- dall'elettrodotto, lungo 9 kmetri circa, in cavo interrato di connessione alla futura stazione RTN;
- dalla cavetteria di BT e di AT che costituiscono la rete del parco fotovoltaico;
- dalle Unità di Potenza posizionate e distribuite nelle varie aree geografiche;
- dai quadri parallelo BT;

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTRROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

- dai moduli fotovoltaici da 720 W;
- dagli scomparti AT e dai quadri BT entro l'edificio ubicato nel piazzale di stazione del produttore;
- dal trasformatore dei servizi ausiliari (160 kVA).

Il Gestore della Rete TERNA SPA ha preventivato per la connessione dell'impianto fotovoltaico per la potenza in immissione di 52.300 kW su una potenza nominale di 60.016 kW, quale Punto di Connessione:

È previsto che la centrale di produzione di energia solare fotovoltaica venga collegata in collegata in antenna con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica (SE) RTN 380/150/36 kV da inserire in entra – esce sulla linea RTN a 380 kV "Chiaramonte Gulfi - Paternò".

TERNA, in atto, è in fase decisionale per realizzare la nuova stazione presso un sito individuato ed allo studio, per cui si attende la formalizzazione della realizzazione della citata stazione, per i dettagli di connessione.

Alla luce di quanto sopra, lo scenario assume la configurazione che l'energia prodotta, dal presente impianto, sarà immessa sulla rete RTN a 36 kV, con una doppia terna di cavi interrati lungo le esistenti strade (SP74 - SP74ii – SP106 – 69ii) per una lunghezza non esattamente definita di circa 9 Km fino allo stallo AT 36 kV, della nuova stazione, che sarà indicato da Terna, in un sito in fase decisionale.

La potenza nominale del presente campo fotovoltaico è di 60.016 kWp e 52.300 kW in immissione al punto di consegna.

Dati impianto

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

DATI IMPIANTO	
NOME IMPIANTO	LENTINI 1
COMUNE	LENTINI-PALAGONIA
PROVINCIA	SIRACUSA-CATANIA
COORDINATE	37°21'18.94"N 14°50'16.11"E
QUOTA	65 m.s.l.m.
TIPOLOGIA IMPIANTO	IMPIANTO CON TRACKER A TETTOIA
VIABILITA'	STRADA PROVINCIALE N° 69-74
ZONA P.R.G.	ZONA "E"
CONFIGURAZIONE IMPIANTO TRACKER IP	
POTENZA IMPIANTO	29.03 MW _p
POTENZA MODULO	720 W _p
NUMERO MODULI	40.320
NUMERO MODULI PER STRINGA	28
NUMERO DI STRINGHE	1440
NUMERO DI UP	9
DISTANZE TRA STRUTTURE N-S	0.50 mt
PITCH	4.8840 mt
DISTANZE TRA STRUTTURE E-W	2.50 mt
DIMENSIONE STRUTTURA 1X7	9.2410 mt X 2.384 mt
SUPERFICIE CAPTANTE	125.248,11 mq

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTRROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

DATI IMPIANTO

NOME IMPIANTO	LENTINI 1
COMUNE	LENTINI-PALAGONIA
PROVINCIA	SIRACUSA-CATANIA
COORDINATE	37°21'18.94"N 14°50'16.11"E
QUOTA	65 m.s.l.m.
TIPOLOGIA IMPIANTO	IMPIANTO CON TRACKER A TETTOIA
VIABILITA'	STRADA PROVINCIALE N° 69-74
ZONA P.R.G.	ZONA "E"

CONFIGURAZIONE IMPIANTO TRACKER 2P

POTENZA IMPIANTO	30.98 MWp
POTENZA MODULO	720 Wp
NUMERO MODULI	43.036
NUMERO MODULI PER STRINGA	28
NUMERO DI STRINGHE	1537
NUMERO DI UP	10
DISTANZE TRA STRUTTURE N-S	0.50 mt
PITCH	9.00 mt
DISTANZE TRA STRUTTURE E-W	4.0820 mt
DIMENSIONE STRUTTURA 1X7	18.5020mt X 4.9180 mt
SUPERFICIE CAPTANTE	133.684,96 mq

SUPERFICIE LORDA	128 ha
ZONA PRG	E
NUMERO MODULI	83.356
CONNESSIONE RTN	CAVO 36 KV

Fabroen srl	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

POTENZA NOMINALE	60.016 KW
NUMERO DELLE STRINGHE	2.977
NUMERO DELLE UP	19
SUPERFICIE CAPTANTE	258.933,07 MQ

4.1 Elettrodotto di Connessione

Il collegamento, tra la stazione RTN e la stazione del produttore 36 kV, è previsto avvenga con una doppia terna di cavi a 36 kV interrato per la lunghezza di circa 9 Km.

La terna di cavi che collegherà la stazione Produttore con la stazione RTN sarà costituita da cavi unipolari in alluminio avvolti ad elica 2x3x (1x 630 mm²) tramite i terminali estremi delle 2 stazioni in corrispondenza degli scomparti di partenza e di arrivo.

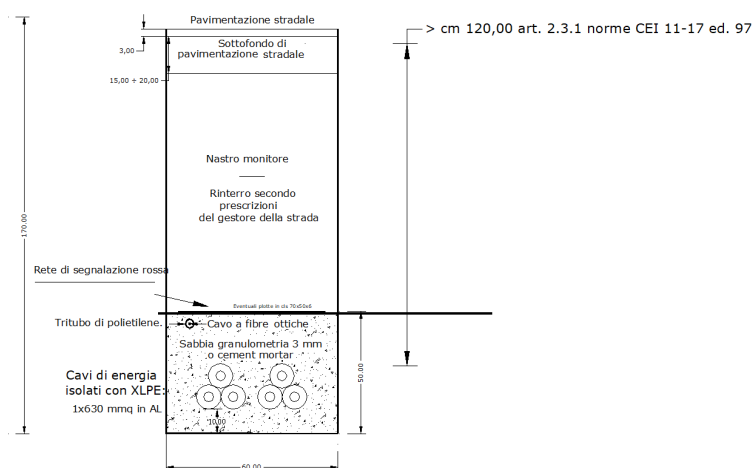
Il cavo sarà posato entro scavo interrato alla profondità con le modalità suggerita da TERNA pari 1,60 mt.

La posa del cavidotto interrato, sarà effettuato in rispetto della normativa C.E.I. 11-17-2006 (fascicolo 8402,) e dal codice delle Comunicazioni elettroniche (D-Lgs 259/2003).

Dove ritenuto necessario, in fase esecutiva, per esigenze tecniche i cavi di energia saranno inseriti in idonee tubazioni di adeguato spessore.

La tipologia di posa standard definita da TERNA, prevede la posa in trincea, con disposizione dei cavi a trifoglio.

Sono previsti lungo il percorso del cavo 5/6 giunti, intervallati a circa 550 metri l'uno dall'altro, ed ubicati in apposite buche, delle dimensioni di 8x2x2,5 mt.



tipica sezione di scavo

Ogni fase del conduttore (sei conduttori per 2 terne) è costituita da una corda di alluminio con la sezione di 630 mm².

Le principali caratteristiche elettriche, per ciascuna terna, sono le seguenti:

Tensione nominale 36 kV in corrente alternata

Frequenza nominale 50 Hz

Intensità di corrente nominale 620 A 1000 A doppia terna

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELE0011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

Potenza nominale 63 MVA

Posati in trincea alla profondità di 160 cm

L'elettrodotto - la cui posa interrata è rappresentata dall'immagine orto foto sotto rappresentata allegato – sarà realizzato in rispetto di quanto indicato all'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775

"...testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici." (Ultimo aggiornamento all'atto pubblicato il 30/04/2022) in particolare rispettando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti.

5. Campi Elettrici e Magnetici

Si premette che:

Il **Campo Elettrico** prodotto da un conduttore in tensione, dipende dal valore della tensione.

Le cariche elettriche generate dal campo elettrico vengono deviate dagli ostacoli verso terra e tra loro combinate; il campo elettrico, non supera gli ostacoli che si sovrappongono.

I cavi utilizzati dall'elettrodotto in questione per la conformazione geometrica dovuta al posizionamento a trifoglio per la schermatura dei singoli cavi che "radializzano" il campo elettrico all'interno del cavo.

In conclusione le terne di cavi, non producono, praticamente campo elettrico all'esterno.

Il **Campo Magnetico** generato dalla corrente elettrica che fluisce lungo un conduttore, dipende dal valore della corrente elettrica. Il flusso del campo magnetico non si oppone agli ostacoli e quindi penetra (alcuni materiali con specifiche geometrie e/o circuiti si possono opporre a tali azioni).

Pertanto, le considerazioni del seguito, si rivolgono al campo magnetico al fine di mitigare l'azione del campo magnetico, trovando le tecniche e le geometrie efficaci per il contenimento dello stesso campo (ad esempio la tecnica del cavo avvolto ad elica e geometrica del trifoglio).

Dalle trascorse esperienze soggettive, attraverso misurazioni dei campi elettromagnetici in prossimità delle apparecchiature a 150 kV di cabine primarie e sopra l'asse del percorso dei cavi interrati a 150 kV, si può serenamente affermare che i valori di campo magnetico, in condizioni di normale esercizio sono compatibili con i valori prescritti dalla vigente normativa.

Nel seguito la valutazione analitica sarà invece fatta con i valori di corrente nominale a massimo regime dei cavi di progetto. Ciò è dovuto al fatto che la normativa CEI 11-60 prescrive valori di corrente di calcolo per elettrodotti aerei maggiori di 150 kV.

5.1 Compatibilità campi elettrici e magnetici

Lo studio di compatibilità sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ha lo scopo di effettuare la valutazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica generati dalle condutture e apparecchiature elettriche che compongono l'impianto elettrico in progetto con riferimento alle prescrizioni di cui al DPCM del 08-07-03 in materia di

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

“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 50 Hz generati dagli elettrodotti”.

Per quanto sopra espresso, i livelli di campo elettrico, come detto, non necessitano di alcuna valutazione in quanto gli schermi metallici dei cavi e gli involucri metallici di tutte le apparecchiature (scomparti - Trasformatori- quadri di bassa tensione) sono collegati francamente a terra e assumono pertanto il potenziale zero di riferimento.

L'utilizzo dei cavi ad elica visibile, come sopra descritto, fa sì che detta tipologia di linea è esclusa dalla valutazione, in base a quanto prescritto dal D.M.29/05/2008 al punto 3.2 ed a quanto indicato nella norma CEI 106-11 ai punti 7.1.1 e 7.1.2 e a quanto indicato nella normativa tecnica in vigore, DM 16.01.1991 e DM 21.3.1988 n.449 e s.m.i., garantisce anche il conseguimento dell'obiettivo di qualità prescritto dal DPCM 08/07/2003.

5.2 Chiarimenti sulla metodologia di calcolo dei campi elettromagnetici (CEM)

Nella progettazione degli elettrodotti si fa riferimento alla seguente normativa Tecnica:

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge in merito alle acque ed agli impianti elettrici.
- Decreto Ministeriale del 21 marzo 1988, "Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne" e successive modifiche ed integrazioni.
- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, maggio 1989 - Scopo: La presente Norma ha lo scopo di fissare le prescrizioni fondamentali che devono essere osservate nel progetto e nella costruzione delle linee elettriche. Tali prescrizioni riguardano l'intero percorso della linea compresi gli attraversamenti di opere, quali ad esempio ferrovie, tranvie, filovie, funicolari, strade, linee elettriche o di telecomunicazione.
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", prima edizione, 2000-07 - Scopo: La presente Norma ha per scopo la definizione delle portate in corrente al limite termico delle linee elettriche aeree esterne, in relazione alla tipologia di linee, alla loro posizione nel territorio nazionale e alla condizioni di funzionamento sia in termini di livello di carico in corrente che di periodo stagionale;
- Unificazione TERNA, "Linee a 380 kV - Semplice Terna conduttori Ø 31.5 mm (ed altri) - Scopo: riassume le normative e detta le disposizioni da adottare per la progettazione delle linee elettriche; Oltre alla normativa relativa alla valutazione dei Campi elettromagnetici in particolare:
- D.P.C.M. del 8.7.2003 recante la "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 generati alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" (in G.U. 29.8.2003);
- "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", approvata con DM 29 maggio 2008. (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160);

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

il DPCM 08.07.2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" stabilisce che:

il limite di esposizione (**100 μT**) si applica a tutte le aree accessibili da parte della popolazione; a titolo di misura di cautela, il valore di attenzione (**10 μT**), da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore, si applica alle aree gioco per l'infanzia, agli ambienti abitativi, agli ambienti scolastici e ai luoghi adibiti a permanenza non inferiore alle 4 ore giornaliere

l'obiettivo di qualità (**3 μT**), da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore, si applica nella progettazione di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenza non inferiore alle 4 ore giornaliere e nella progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di tali insediamenti

La normativa italiana sulla protezione dei campi elettromagnetici attualmente in vigore è la Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001 "Protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" (G.U. n.55 del 7 marzo 2001) che ha introdotto i concetti di limite di esposizione, di valore di attenzione e di obiettivi di qualità: i primi due rappresentano i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico che rispettivamente non devono essere superati in situazione di esposizione acuta e di esposizione prolungata; l'obiettivo di qualità, invece, è stato introdotto al fine di garantire la progressiva minimizzazione dell'esposizione. La stessa legge ha anche introdotto la terminologia di fascia di rispetto in prossimità di elettrodotti, con questa intendendo un'area in cui non possono essere previste destinazioni d'uso che comportino una permanenza prolungata oltre le quattro ore giornaliere.

Nella terminologia "elettrodotto" viene compreso l'insieme delle linee elettriche e delle cabine di trasformazione.

I primi decreti applicativi della LQ 36/2001 sono stati pubblicati nel 2003; in particolare, il DPCM dell'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 29-8-2003)

Le valutazioni di campo elettrico e magnetico sono state effettuate nel pieno rispetto del 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", nonché della "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", approvata con DM 29 maggio 2008. (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160).

I valori indicati sono i seguenti:

Limite di esposizione del campo elettrico 5 kV/m e magnetico 100 μT valori che, a tutela da effetti acuti, non devono essere superati (art. 3 c. 1);

In particolare, si è nelle condizioni - nell'ambito dei procedimenti autorizzativi relativi alla realizzazione di nuove opere poste in prossimità di elettrodotti- che le Autorità Comunali non

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

consentano, all'interno delle fasce di rispetto, alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario et. ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

- Distanza di Prima Approssimazione (DPA)

relative alle condizioni fissate dal DM 29/05/2008

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 dal suolo disti dalla proiezione della linea più della DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto.

Per le cabine di trasformazione è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisca i requisiti di cui sopra;

- **Fascia di rispetto:** spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti al di sopra e al di sotto del livello del suolo caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

6. Richiami normativi

La normativa italiana sulla protezione dei campi elettromagnetici attualmente in vigore è la Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001 "Protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" (G.U. n.55 del 7 marzo 2001) che ha introdotto i concetti di limite di esposizione, di valore di attenzione e di obiettivi di qualità: i primi due rappresentano i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico che rispettivamente non devono essere superati in situazione di esposizione acuta e di esposizione prolungata; l'obiettivo di qualità, invece, è stato introdotto al fine di garantire la progressiva minimizzazione dell'esposizione. La stessa legge ha anche introdotto la terminologia di fascia di rispetto in prossimità di elettrodotti, con questa intendendo un'area in cui non possono essere previste destinazioni d'uso che comportino una permanenza prolungata oltre le quattro ore giornaliere.

Nella terminologia "elettrodotto" viene compreso l'insieme delle linee elettriche aeree e in cavo e delle cabine di trasformazione.

I primi decreti applicativi della LQ 36/2001 sono stati pubblicati nel 2003; in particolare, il DPCM dell'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 29-8-2003) fissa:

limite di esposizione del campo elettrico 5 kV/m e magnetico 100 μ T valori che, a tutela da effetti acuti, non devono essere superati (art. 3 c. 1);

Valore di attenzione 10 μ T (mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio) come cautela 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 (art. 3, c. 2);

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

Obiettivo di qualità 3 μT (mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio) da applicare, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici, nella progettazione di nuove linee e cabine elettriche nei pressi dei luoghi tutelati di cui sopra o nella progettazione di detti luoghi in prossimità di linee ed installazioni elettriche esistenti (art. 4).

Il DPCM dell'8 luglio 2003 all'art.6 "Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" prescrive che:

- per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal proprietario/gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV, e alle regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. I proprietari/gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti.

Nella determinazione delle fasce di rispetto non era contemplata la tensione a 36 kV (AT), pertanto in questa relazione si fa riferimento alla tensione di 150 kV cautelativamente vantaggiosa.

L'APAT, sentite le ARPA, ha definito la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio. La metodologia di cui sopra è stata definita dal DM 29 maggio 2008 (G.U. 5 luglio 2008 n.156, S.O.)

6.1 Metodologia di calcolo

Le ipotesi di calcolo per la determinazione dei valori del campo magnetico ed elettrico prendono avvio dalle norme mediante le quali sono stati calcolati sia il campo elettrico e sia le fasce di rispetto relativamente agli interventi in oggetto. Tali valutazioni sono state fatte nel pieno rispetto del D.P.C.M. dell'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*", nonché della "*Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti*", approvata con DM 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160). Per "*fasce di rispetto*" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero il volume racchiuso dalla curva isolivello a 3 microtesla, 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 (ora ISPRA), 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

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

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.

L'art. 6 comma 2 del DPCM 08/07/03), ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrato e delle cabine, esistenti e in progetto.

Pertanto, sulla base di quanto previsto dal quadro normativo, nella progettazione di nuove aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere che si trovano in prossimità di linee elettriche, sottostazioni e cabine di trasformazione si deve tener presente il rispetto dell'obiettivo di qualità definito nel DPCM 08/07/2003, ovvero che nelle fasce di rispetto calcolate secondo il DM 29/05/2008, non deve essere prevista alcuna destinazione d'uso che comporti una permanenza prolungata oltre le quattro ore giornaliere.

In particolare, nell'ambito dei procedimenti autorizzativi relativi alla realizzazione di nuove opere poste in prossimità di elettrodotti, le Autorità Comunali assumono che all'interno di tali fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

6.2 Normativa di riferimento:

Legge quadro n° 36 del 22 febbraio 2001. - Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

D.P.C.M. del 08 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 Min Ambiente 29-05-08 - metodologia calcolo fasce di rispetto elettrodotti e approvazione procedure di misura e valutazione induzione magnetica

LR n. 43/1989

LR n. 3/08

Norme CEI 106-11, 211-4, 211-6

Per quanto attiene alle basse frequenze, nella G.U. n. 200 del 29 agosto 2003 è stato pubblicato il D.P.C.M. 8 luglio 2003 relativo alla "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".

Tale D.P.C.M., in sostanza, conferma i limiti di esposizione massima stabiliti nel 1992 aggiungendo ulteriori soglie di esposizione più restrittive in aree particolarmente sensibili quali scuole, abitazioni ecc.

All'art. 1 comma 3 il D.P.C.M. precisa inoltre che a tutela delle esposizioni a campi a frequenze comprese tra 0 Hz e 100 kHz, generati da sorgenti non riconducibili agli elettrodotti (ai fini del

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

decreto gli elettrodotti comprendono le linee elettriche, le sottostazioni e le cabine di trasformazione, comprese le cabine MT/BT), si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999 pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999, che risulta rettificata dalla direttiva europea 2004/40/CE e recepita dallo stato italiano tramite il D.lgs. n. 257 del 19/11/2007 e integrato nel testo unico della sicurezza (D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008).

Campi elettrici e magnetici alle frequenze di rete (50 Hz)

	Campo elettrico $ E $ (V/m)	Campo di induzione magnetica $ B $ (μ T)
Limite di esposizione	5000	100
Limite di attenzione	–	10 (mediana dei valori nell'arco delle 24 ore)
Obiettivi di qualità	–	3 (mediana dei valori nell'arco delle 24 ore)

Le valutazioni di campo elettrico e magnetico sono state effettuate nel pieno rispetto del 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", nonché della "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", approvata con DM 29 maggio 2008. (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160).

I valori indicati sono i seguenti:

- **Limite di esposizione: 100 μ T** per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intensi

come valori efficaci

"Limite di esposizione: Valore che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione"

- **Valore di attenzione: 10 μ T** per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, da osservare negli ambienti abitativi, nelle aree gioco per l'infanzia, nelle scuole ed in tutti quei luoghi dove si soggiorna per più di quattro ore al giorno;

"Limite di attenzione: Valore che non deve essere superato negli ambienti a permanenza prolungata"

Obiettivo di qualità: 3 μ T per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, che deve essere rispettato nella progettazione dei nuovi elettrodotti in corrispondenza degli ambienti e delle aree definiti al punto

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

precedente e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazione elettriche esistenti.

Il D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81, al titolo VIII Capo IV - protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a campi elettromagnetici - recepisce la direttiva europea 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)" (vedasi contesto legislativo internazionale).

Infine il DM 29-05-08 fornisce una metodologia di calcolo per la valutazione della distanza di prima approssimazione da mantenere da elettrodotti e da cabine di trasformazione realizzate secondo standard di riferimento nazionali per soddisfare gli obiettivi di qualità indicati dal D.P.C.M. 8 luglio 2003.

6.3 Definizione

*Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero il volume racchiuso dalla curva isolivello a **3 µT**, 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.*

Le strutture situate all'interno della fascia di rispetto, si riportano gli esiti della valutazione puntuale tridimensionale effettuata dei valori di campo di induzione magnetica per verificare il rispetto dei limiti prescritti dalla normativa in vigore.

All'intorno del tratto di elettrodotto in progetto non vi sono strutture per le quali si richiedono valori del campo magnetico inferiori a 3 µT.

I valori del campo magnetico consentiti dalle vigenti disposizioni legislativi non devono superare i 100 µT.

Per l'elettrodotto, interamente interrato alla profondità non superiore di 1,50 mt, verrà fissato il valore dell'induzione magnetica l'obiettivo di qualità di 3 µT in corrispondenza di eventuali ricettivi sensibili (quali aree di gioco per l'infanzia, ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere), nel caso specifico l'elettrodotto non incontra ricettivi sensibili come prima definiti.

Per quanto concerne il campo elettrico il valore è certamente inferiore al limite di 5 kV/m fissato dall'art. 3 del D.P.C.M. 08/07/03.

6.4 Contesto Internazionale

A livello europeo, nel 1999 la Commissione predisposta dalla Comunità Europea ha elaborato una raccomandazione per gli stati membri sul tema dell'esposizione ai campi elettromagnetici.

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

Il documento finale è stato pubblicato sulla G.U.C.E. delle Comunità Europee il 30 luglio 1999, come "*Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999, relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 a 300GHz*" (1999/519/CE).

L'obiettivo dei "limiti di base" è di proteggere i tessuti del sistema nervoso centrale nella testa e nel torace dagli effetti gravi da esposizione acuta. Tali limiti si riferiscono a valori di campo difficilmente misurabili: per esempio per il campo a 50 Hz viene fissata una densità di corrente di 2 mA/mq. Di più agevole misurazione sono i "livelli di riferimento" ottenuti dai limiti precedenti nella situazione di massimo accoppiamento fra campo e individuo esposto.

7. Produttori di campi elettromagnetici

È utile ricordare che:

Il *Campo Elettrico* prodotto da un conduttore in tensione, dipende dal valore della tensione.

Le cariche elettriche generate dal campo elettrico vengono deviate dagli ostacoli verso terra e combinate, non superano quindi ostacoli che si sovrappongono.

I cavi utilizzati dagli elettrodotti in progetto, sia quelli per la connessione a RTN, sia quelli interni al Parco Fotovoltaico, per la conformazione geometrica dovuta al posizionamento a trifoglio per la schermatura dei singoli cavi che radiano il campo elettrico all'interno del cavo, non producono, praticamente campo elettrico all'esterno.

Il *Campo magnetico* generato dalla corrente elettrica che fluisce lungo un conduttore, dipende dal valore della corrente elettrica. Il flusso del campo magnetico non si oppone agli ostacoli che li penetra (a parte alcuni materiali con specifiche geometrie e/o circuiti si possono opporre a tali azioni).

Pertanto le considerazioni del seguito, si rivolgono al campo magnetico al fine di mitigarne l'azione, trovando le tecniche e le geometrie efficaci per il contenimento dello stesso campo (ad esempio la tecnica del cavo avvolto ad elica e in posizione geometrica del trifoglio).

7.1 Cabine

I campi elettrici generati dalle cabine elettriche non sono significativi ai fini dell'esposizione della popolazione o dei lavoratori e quindi la problematica riguarda solo ed unicamente i campi magnetici.

Per cercare di semplificare, limitando al massimo la perdita di validità dei risultati, vengono individuate due sole tipologie di sorgenti di campo:

La sorgente puntiforme, di piccole dimensioni e simula le apparecchiature e i relativi componenti (Unità di Potenza, i quadri AT e BT entro l'edificio di stazione);

La sorgente filiforme costituita da conduttori paralleli singoli, in coppia o in terna, la quale intende invece rappresentare i diversi percorsi di conduttori e cavi presenti in un impianto elettrico.

La guida CEI 106-12 si propone di fornire criteri progettuali generali e di indicare soluzioni tecniche allo scopo di contenere i campi magnetici a 50 Hz prodotti dalle cabine nelle aree abitative circostanti. Tali criteri e soluzioni considerano sia la riduzione dei campi alla sorgente,

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

attraverso lo studio della disposizione ottimale delle apparecchiature e dei circuiti, sia la riduzione dei campi nell'area da proteggere, mediante sistemi di schermatura realizzati, materiali conduttori e ferromagnetici, in vicinanza di tali aree. I criteri e le soluzioni sono principalmente orientati alle cabine urbane, ma le indicazioni generali sono applicabili anche ad altri tipi di impianti, in cui siano presenti sorgenti di campo magnetico di tipo simile.

Un'analisi semplificata del fenomeno si può utilizzare la legge di Biot e Savart per il calcolo dell'induzione magnetica in punto P, alla distanza D nei pressi del punto, l'induzione è massima, e per decresce in maniera inversamente proporzionale al cubo della distanza D, casi in cui $D \gg R$, cioè per le distanze di pratico interesse: dimostra che il campo.

$B (\mu T) = (\pi \times I \times R^2) / (5 \times D^3)$ dimostra che il *campo magnetico*, applicando *questa formula*, è elevato in *prossimità della sorgente e decade rapidamente allontanandosi anche di poco*.

(Nella formula si è ipotizzata una spira di raggio R percorsa da corrente quale punto puntiforme di generatore di campo magnetico).

L'UP è una cabina di trasformazione BT/AT segregata entro un container di 20' costituita da 7 scomparti da 36 kV, trasformatore BT/36 kV (3.437 kVA), quadri BT e accessori vari (cavetteria e morsetteria varia).

La maggior parte delle emissioni di campo elettromagnetico sono prodotte dalle correnti elettriche che scorrono negli avvolgimenti e flussi magnetici attorno al nucleo magnetico del trasformatore e che si richiudono nello stesso nucleo; una piccolissima parte va all'esterno del nucleo magnetico (flusso disperso).

Anche queste apparecchiature rispondono ai requisiti di normativa di CEM con relativo rilascio certificazioni, come sopra esposto (*IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1*).

Per quanto detto nei paragrafi precedenti si riferisce che gli elettrodotti e le cabine saranno installate largamente all'infuori della fascia di rispetto, lontano da scuole e da insediamenti urbani.

Per una maggiore visione del fenomeno, è utile riportare una campagna di misure effettuata, da *ARPA Emilia Romagna Sezione Rimini, nell' ottobre 2016, in cui risulta testualmente:*

*"Dalle misurazioni effettuate risulta che in nessun caso viene superato il valore limite di **100 microtesla (limite di esposizione)**, limite che non deve mai essere superato in nessuna condizione né il valore limite di **10 microtesla (valore di attenzione)**, valore che non deve essere mai superato per esposizioni maggiori o uguali a 4 ore giornaliere (DPCM 8 luglio 2003). In nessuna cabina viene superato l'obiettivo di qualità (3 microtesla) all'esterno della fascia di rispetto (DPA) la cui ampiezza, per le tipologie di cabine esaminate, corrisponde generalmente a circa 3 metri.*

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

Infine, pur avendo campionato un numero esiguo di cabine, si può senz'altro concludere che, nonostante queste infrastrutture abbiano al loro interno più di un trasformatore e siano di dimensioni maggiori rispetto alle cabine standard, già a pochi metri dalle pareti il campo magnetico risulta trascurabile e quindi simile a quello rilevato per le altre tipologie di cabine.

Per quanto riguarda il rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, si è tenuto conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a 3 μ T. Anche se, per la particolarità dell'impianto le aree al suo interno sono da classificare ai sensi della normativa come luoghi di lavoro, e quindi con livelli di riferimento maggiori rispetto a questi ultimi, in quanto frequentate da persone professionalmente esposte; nella fattispecie luoghi di lavoro non presidiati, ad eccezione nei giorni in cui viene svolta attività di manutenzione e di monitoraggio impianto".

7.2 Moduli

I moduli fotovoltaici generano energia in corrente continua il cui valore è di modesta entità (al massimo 20 A), per cui la formazione di campi elettromagnetici variabili è limitata ai soli transitori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento), peraltro di brevissima durata.

Per i motivi sopra esposti i moduli non necessitano di valutazioni severe nelle certificazioni secondo la Norma CEI 82-8 (IEC 61215) quindi, nel *data sheet* non sono menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, perché totalmente irrilevanti.

7.3 Inverter

Gli inverter sono apparecchiature elettroniche che lavorano a frequenze diverse da quelle della rete elettrica; come in tutte le apparecchiature elettroniche (generatori di disturbi elettromagnetici esterni), le normative internazionali impongono che esse siano realizzate tali da garantirne sia l'immunità nei confronti della incolumità altrui, sia di minimizzare l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa.

Per i motivi sopra esposti, saranno installati inverter, che riducono tutte le possibili radiazioni di interferenza, evitando le correnti ad alta frequenza mediante la tecnica della commutazione, l'impiego di filtri e l'utilizzo di involucri con messa a terra.

In sintesi gli inverter avranno la certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica (CEM) (CEI EN 50273 (CEI 95-9), CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65), CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10), CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31), CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28), CEI EN 55022 (CEI 110-5), CEI EN 55011 (CEI 110-6)).

In tal senso, per i disturbi elettrici inquinanti la rete elettrica pubblica, il Gestore della Rete (TERNA), impone, in sede di regolamento di esercizio che determinati parametri elettrici (distorsione armonica, fluttuazioni della tensione, fluttuazioni della frequenza, componente continua della corrente, valori di tensione e corrente entro limiti etc.), vengano rispettati secondo valori da essa forniti.

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

7.4 Elettrodotto 36 kV del Parco Fotovoltaico

gli elettrodotti di collegamento tra i vari UP e la stazione 36 kV di consegna del Produttore. sono in numero di sei e ognuno è costituito da una terna di cavi interrati alla profondità di 1,60 mt, alla tensione di 36 kV e alla corrente di 52 A in regime stazionario, in configurazione a trifoglio con i 3 cavi a contatto. Si prevedono pochi giunti per la modesta lunghezza degli stessi (mediamente ogni 550 mt).

In considerazione del valore di corrente di 52 A anche se alcune tratte si troveranno sullo stesso scavo, il valore del campo magnetico sarà somma degli effetti di ogni singola terna, la quale hanno valore, espresso in termini di ordine di grandezza, inferiore a quello del cavo di connessione la cui corrente in esercizio a regime (valore massimo in corrispondenza del picco di generazione dei moduli) il cui valore è dell'ordine di 850 A

L'impianto in progettazione sarà costruito in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico, previsti dalla normativa statale vigente (Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003).

Si rileva, comunque, che nell'impianto, normalmente esercito e monitorato in tele conduzione, non è prevista la presenza di personale se non per interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria.

7.5 Elettrodotto di connessione

Le valutazioni sull'andamento del campo elettrico e magnetico sono state condotte sull'elettrodotto di connessione alla rete RTN, elettrodotto lungo 9 Km (valore cautelativo), alla tensione di 36 kV e alla corrente di 850 A (riferito alla potenza di immissione in RTN). L'elettrodotto è costituito da 2 terne di cavo da 630 mm² alla profondità di 1.60 mt posato in configurazione a trifoglio con cavi a contatto e con schermi (in corrispondenza dei giunti) collegati a terra col sistema "cross bonding" (trasposizione incrociate delle guaine metalliche) in corrispondenza di almeno un giunto.

Inter-distanziati di circa 550 metri.

Il calcolo utilizzato per predire l'andamento del campo magnetico è stato fatto per "sovrapposizione degli effetti" (applicazione della legge " Biort.Savart") per ogni singola terna dell'elettrodotto

Il risultato è confortato dai valori misurati – in altre occasioni - su conduttori in cavo interrato in esercizio a 150 kV nel centro storico di Palermo.

Il valore della corrente massima è stato determinato interpretando le indicazioni di cui al punto 3.1 della norma CEI 11-60 2^a ed. fasc. 6507 che si riferisce a linee elettriche aeree con tensione di maggiore di 100 kV, quindi i valori effettivi sono inferiori di quelli di seguito calcolati.

Il valore del campo magnetico è stato determinato seguendo il procedimento indicato al punto 4.3 della norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", conformemente al disposto DPCM 8/7/ 2003

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTRMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

Lo sviluppo di calcolo è stato computerizzato con gli algoritmi bidimensionali pubblicati sulla norma CEI 211-4 basati sulla legge di Biot - Savart, algoritmi considerati idonei per la maggior parte delle situazioni pratiche riscontrabili sia per le linee aeree che per quelle in cavo.

Calcolo del campo magnetico generato da un elettrodotto in cavo interrato AT

Tensione di esercizio

220 kV	1	
132/150 kV	2	
36 kV	3	S

Zona Climatica

A	4	S
B	5	

Zona B altitudine > 1000 m. slm

--	--	--

Periodo Stagionale

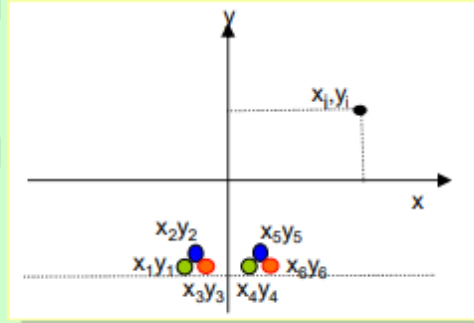
C	7	S
F	8	

x1	-0,07	x4	0,07
y1	-1,6	y4	-1,6
x2	0,06	x5	0,07
y2	-1,6	y5	-1,6
x3	-0,07	x6	0,07
y3	-1,6	y6	-1,6
x	0		
y	1		

Diametro del conduttore generico [mm] **30**

a - parametro posa della linea a T=15°C **1**

m - rapporto del conduttore All/Acc **1**



Portata in corrente del conduttore di riferimento I_{ro} [550

doppia terna

Conduttore riferimento 31,5	
Bimetallico Alluminio-acciaio	
Bimetallico lega alluminio-acciaio	
Alluminio	S
Rame	
Lega di rame	
Alluminio	

Tensione Nominale della Linea	36 kV
Zona Climatica	A
Periodo stagionale	C
Diametro del conduttore mm	30
Tipologia del Conduttore	Alluminio
Portata in corrente del conduttore di riferimento IR - secondo norma CEI 11-60	520 Ampere
K	1,0000

Portata in corrente del conduttore di riferimento I _R	
I ₁	640
I ₂	640
I ₃	640

distanza dal conduttore 1	2,6	mt
distanza dal conduttore 2	2,6	mt
distanza dal conduttore 3	2,6	mt
distanza dal conduttore 4		mt
distanza dal conduttore 5		mt
distanza dal conduttore 6		mt

Portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto calcola secondo le norme CEI 11-60

Campo magnetico in valore efficace generato dall'elettrodotto calcolato secondo il par 4.3 della norma CEI 211-4

valore del campo nel punto a distanza	
x= mt	variabile
y= mt	1
componente	B _x = μT 0,009
componente	B _y = μT 2,460
B = 2,460 μT	

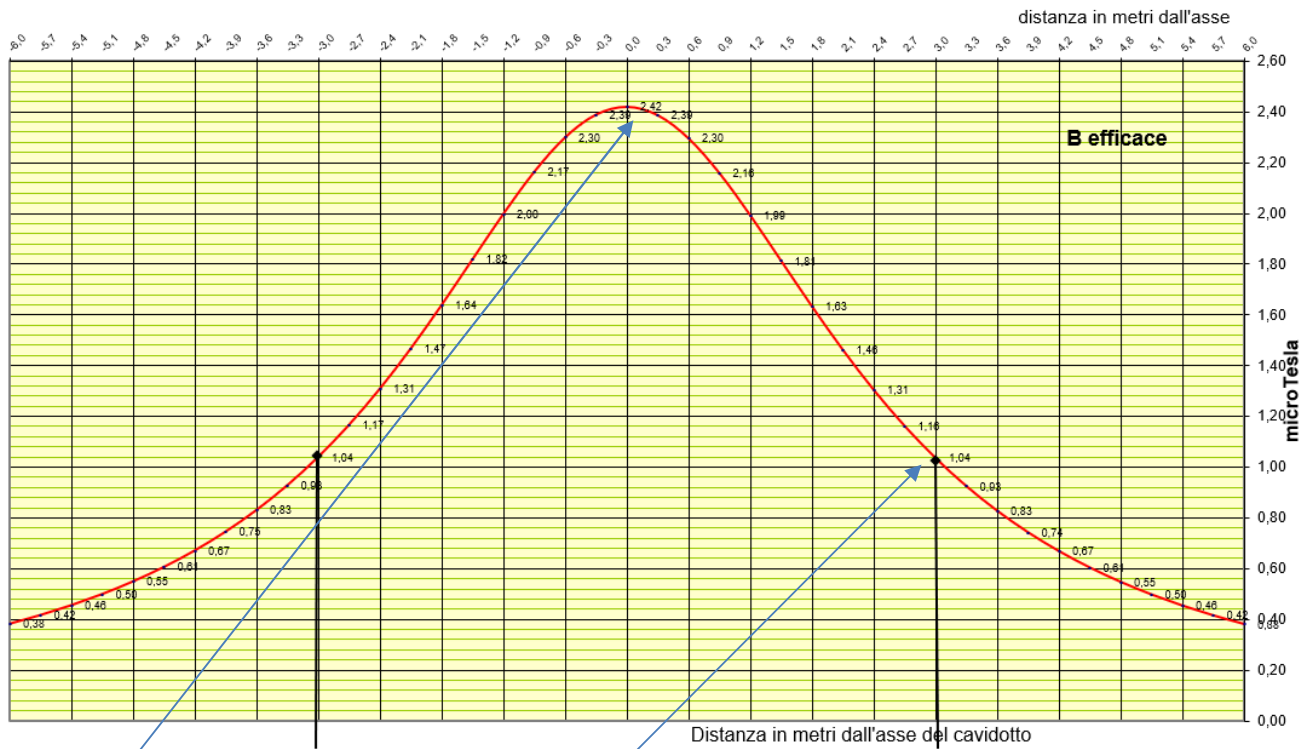


Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTRIMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

Valore del campo magnetico calcolato ad una altezza da terra di 1 metro				
BX	BY	B	B	D [metri]
0,28	0,26	0,384	0,38	-6,0
0,32	0,27	0,418	0,42	-5,7
0,36	0,28	0,457	0,46	-5,4
0,41	0,29	0,501	0,50	-5,1
0,46	0,30	0,551	0,55	-4,8
0,53	0,30	0,607	0,61	-4,5
0,60	0,30	0,673	0,67	-4,2
0,69	0,29	0,747	0,75	-3,9
0,79	0,26	0,832	0,83	-3,6
0,90	0,22	0,930	0,93	-3,3
1,03	0,15	1,041	1,04	-3,0
1,17	0,04	1,168	1,17	-2,7
1,31	0,11	1,311	1,31	-2,4
1,44	0,31	1,469	1,47	-2,1
1,53	0,58	1,641	1,64	-1,8
1,57	0,92	1,821	1,82	-1,5
1,52	1,30	2,000	2,00	-1,2
1,33	1,71	2,165	2,17	-0,9
1,00	2,07	2,301	2,30	-0,6
0,54	2,33	2,391	2,39	-0,3
0,01	2,42	2,422	2,42	0,0
0,55	2,32	2,389	2,39	0,3
1,01	2,06	2,297	2,30	0,6
1,34	1,69	2,160	2,16	0,9
1,52	1,29	1,994	1,99	1,2
1,57	0,90	1,814	1,81	1,5
1,53	0,57	1,635	1,63	1,8
1,43	0,31	1,464	1,46	2,1
1,30	0,10	1,306	1,31	2,4
1,16	0,05	1,164	1,16	2,7
1,03	0,15	1,037	1,04	3,0
0,90	0,22	0,926	0,93	3,3
0,79	0,26	0,829	0,83	3,6
0,69	0,29	0,744	0,74	3,9
0,60	0,30	0,670	0,67	4,2
0,52	0,30	0,605	0,61	4,5
0,46	0,30	0,549	0,55	4,8
0,40	0,29	0,499	0,50	5,1
0,36	0,28	0,455	0,46	5,4
0,31	0,27	0,417	0,42	5,7
0,28	0,26	0,383	0,38	6,0

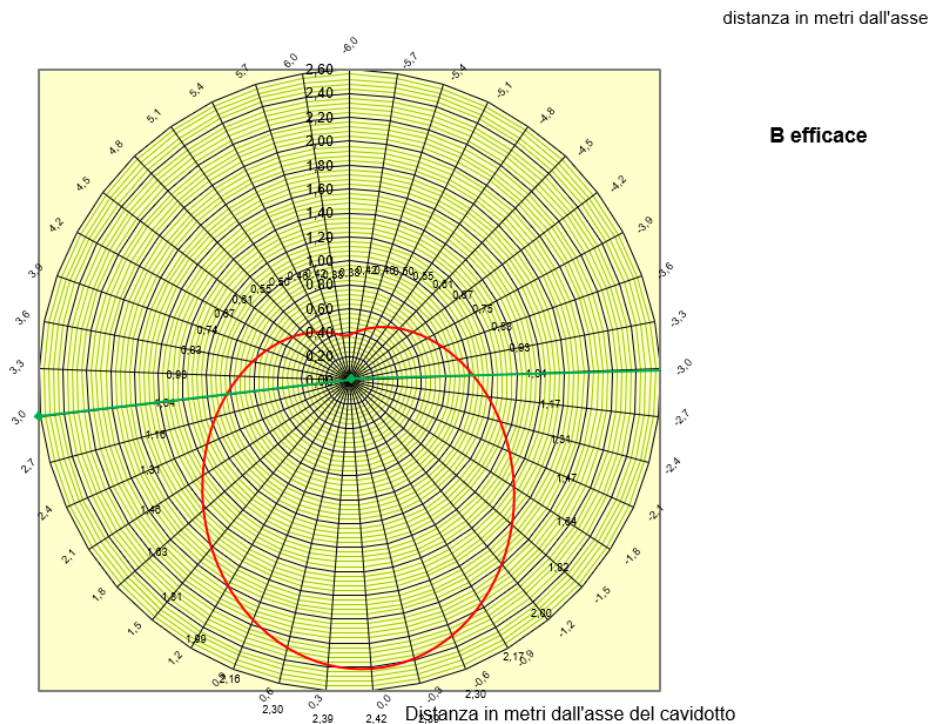
Fabroen srl	RELAZIONE CAMPI ELETTRIMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

Andamento del valore efficace del campo magnetico



Come si evince dai grafici sopra riportati, Il valore dell'induzione del campo magnetico di 2,4 microtesla si ha sopra l'asse longitudinale delle 2 terne per decrescere fino al valore di 1,04 microtesla a distanza di 3 metri

Andamento del valore efficace del campo magnetico



Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

8. Valutazione delle fasce di rispetto

8.16.1 Premessa

Come sopra definite la fascia di rispetto è quella all'interno di essa 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 delle 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.

Al fine di semplificare il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore della rete debba calcolare la Distanza di Prima Approssimazione (DPA), 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".

Per le DPA delle cabine secondarie di trasformazione si può far riferimento alla tabella a pagina 29 dell'allegato al DM 29/05/2008, paragrafo 5.2.1. In generale per le cabine secondarie standard la DPA varia tra 1,0 m e 2,5 m.

Per le Stazioni di trasformazione (di Terna Rete Italia), per le Cabine primarie di trasformazione (di ENEL) e per le Sottostazioni elettriche (di RFI) non è prevista alcuna fascia di rispetto. Per tali impianti l'obiettivo di qualità di 3 μ T è rispettato già alla recinzione esterna. Ulteriori verifiche non ne vengono fatte in quanto siamo in assenza di edifici.

9. Conclusioni

I valori calcolati dalla simulazione evidenziano che all'interno del parco fotovoltaico i livelli del campo magnetico di 3 microtesla non vengono mai raggiunti, anche nelle zone in prossimità delle apparecchiature (peraltro non c'è motivo che si debba stazionare in dette aree).

Inoltre all'interno del parco fotovoltaico e lungo il percorso del cavidotto fino allo stallo di consegna in RTN, non esistono recettori sensibili.

Inoltre, i valori delle correnti utilizzati per la simulazione, sono relativi a situazioni puramente teorici (portate massime), in realtà detti valori non verranno mai raggiunti in regime di esercizio;

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTRROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

quindi tutte le considerazioni fin qui svolte sono da intendersi estremamente cautelative (valori nettamente inferiori ai 10 microtesla (valore di attenzione).

Un'altra considerazione sul valore del campo magnetico negli impianti AT, ci viene suggerita di alcuni rilievi sperimentali (CESI 2016) su impianti unificati Terna (apparecchiature elettriche con isolamento in aria in AAT (380 kV) e con valori correnti dell'ordine di migliaia di ampere), inerenti alla valutazione dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio,

Dalla lettura della relazione pubblicata si evince che l'impatto determinato dalla stazione AAT stessa è compatibile con i valori prescritti dalla vigente normativa.

Per cui, considerato che i risultati di detti rilievi - data l'unificazione dei componenti e la disposizione geometrica - sono estendibili a tutte le stazioni elettriche, possiamo con certezza affermare, che tutti i componenti della stazione elettrica del Produttore a 36 kV - segregati in apposita struttura ed alloggiati in apposito edificio in muratura - rientrano largamente nei limiti imposti dalle norme cioè 10 μ T quale valore di "attenzione".

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

10.APPENDICE

10.1 8.1 Pubblicazioni

Raccomandazione del Consiglio delle Comunità europee, 12 luglio 1999 Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz (1999/519/CE)". G.U.C.E. L 199 del 30 luglio 1999.

Direttiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'art. 16, par: 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE. G.U.U.E L179/1 del 26 giugno 2013.

Decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81 – Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 – "Attuazione dell'art.1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro". Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - Suppl. Ordinario n. 108.

Decreto integrativo e correttivo: Gazzetta Ufficiale n. 180 del 05 agosto 2009 - Suppl. Ordinario n. 142/L e s.m.i.

Decreto Legislativo 1° agosto 2016, n. 159 – "Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE". G.U. Serie generale n.192 del 18.8.2016.

Legge 22 febbraio 2001, n.36 – Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". G.U. n. 55 del 7 marzo 2001.

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 dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz". G.U. n. 199 del 28 agosto 2003.

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 dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti". G.U. n. 200 del 29 agosto 2003.

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.

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

CEI 211-7 – Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana.

EN 50413 – Norma di base sulle procedure di misura e di calcolo per l'esposizione umana ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0 Hz-300 GHz).

EN 50499 2019 Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici.

CEI EN 50527-1 – Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi". Parte 1: Generalità.

EN 50527-2-2 2018 Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi – Parte 2-2: Valutazione specifica per lavoratori con defibrillatori cardiaci impiantati (ICDs).

EN 50527-2-3 – Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices – EN 50647 2017 Basic standard for the evaluation of workers' exposure to electric and magnetic fields from equipment and installations for the production, transmission and distribution of electricity.

IEC 61786-1 2013 Misura di campi magnetici in corrente continua e di campi elettrici e magnetici in corrente alternata con frequenze da 1 Hz a 100 kHz con riferimento all'esposizione umana. Parte 1 – Requisiti degli strumenti di misura 106-35 IEC 61786-2 – Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings – Part 2: Basic standard for measurements.

IEC 62209-1 2016 Procedure di misura per la valutazione del tasso di assorbimento specifico dell'esposizione umana ai campi a radiofrequenza causati da dispositivi di comunicazione tenuti in mano o installati sul corpo Procedure di misura per la valutazione del tasso di assorbimento specifico dell'esposizione umana ai campi a radiofrequenza causati da dispositivi di comunicazione tenuti in mano o installati sul corpo.

IEC 62209-2 2010 Esposizione ai campi a radiofrequenza provenienti da dispositivi di comunicazione senza fili tenuti in mano o montati sul corpo - Modelli umani, strumentazione e procedure – Parte 2: Procedura per determinare il tasso di assorbimento specifico (SAR) per dispositivi portatili di comunicazione senza fili usati molto vicini al corpo umano (gamma di frequenza: 30 MHz - 6 GHz).

IEC 62226-1 2004 Esposizione ai campi elettrico e magnetico nell'intervallo delle frequenze basse e intermedie - Metodi di calcolo della densità di corrente e del campo elettrico interno indotti nel corpo umano – Parte 1: Aspetti generali.

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

IEC 62226-2-1 2004 *Esposizione ai campi elettrici e magnetici nell'intervallo delle frequenze basse e intermedie - Metodi di calcolo della densità di corrente e del campo elettrico interno indotti nel corpo umano - Parte 2-1: Esposizione ai campi magnetici - Modelli 2D.*

IEC 62226-3-1 +A1 2007 2016 *Esposizione ai campi elettrici e magnetici nell'intervallo delle frequenze basse e intermedie - Metodi di calcolo della densità di corrente e del campo elettrico interno indotti nel corpo umano – Parte 3-1: Esposizione ai campi elettrici - Modelli analitici e numerici 2D*

IEC 62232 2017 *Determinazione della intensità di campo elettromagnetico a radiofrequenza (RF), della densità di potenza e del tasso di assorbimento specifico (SAR) per valutare l'esposizione umana in prossimità di stazioni radio base.*

IEC 62311 2019 *Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz).*

11. Termini e Definizioni

Assorbimento specifico di energia (SA) È l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in joule per kilogrammo (Jkg^{-1}). Questa grandezza è utilizzata per la definizione dei limiti per gli effetti 94 sensoriali derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

Campi elettromagnetici (CEM) Campi elettrici e magnetici statici, campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo con frequenze fino a 300 GHz, [ICNIRP 1998].

Carica elettrica (Q) È la grandezza impiegata per la scarica di scintille ed è espressa in coulomb (C).

Corrente attraverso gli arti (IL) È la corrente che attraversa gli arti di una persona a seguito del contatto con un oggetto in un campo elettromagnetico di frequenza compresa tipicamente tra 10 MHz e 110 MHz, o del flusso di correnti capacitive indotte nel corpo esposto. È espressa in ampere (A).

Corrente di contatto (IC) È la corrente stabile che scorre nel corpo quando una persona è in contatto continuo con un oggetto conduttore a un potenziale diverso dal corpo, all'interno di un campo elettromagnetico. È espressa in ampere (A). Tale corrente si manifesta al termine del transitorio di primo contatto, durante il quale si può verificare una scarica elettrica con correnti transitorie associate.

Densità di potenza (S) È la grandezza impiegata come valore limite di esposizione (VLE) nel caso delle frequenze molto alte, per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione; è espressa in watt per metro quadrato ($W m^{-2}$).

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

Esposizione È la condizione di una persona soggetta a CEM o a correnti di contatto e indotte, di origine artificiale.

Induzione magnetica (B) È una grandezza vettoriale che determina una forza che agisce sulle cariche in movimento. È espressa in tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono intercambiabili in base alla seguente equivalenza: intensità di campo magnetico (H) pari a $1 \text{ A m}^{-1} =$ induzione magnetica (B) pari a $4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 130 \text{ T}$ (approssimativamente 1,25 tesla).

Intensità di campo elettrico (E) È una quantità vettoriale che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in volt per metro (V m^{-1}). È necessario distinguere tra il campo elettrico ambientale rispetto al campo elettrico indotto all'interno del corpo a seguito dell'esposizione ai CEM.

Intensità di campo magnetico (H) È una grandezza vettoriale che, insieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in ampere per metro (A m^{-1}).

Lavoratori particolarmente sensibili al rischio Lavoratori esposti a rischi specifici, con particolare riferimento a soggetti portatori di dispositivi medici impiantati (DMI) attivi o passivi o dispositivi medici portati sul corpo, nonché alle lavoratrici in stato di gravidanza e ai minori].

Limiti di base (LB) Limitazioni all'esposizione ai CEM variabili nel tempo, che si fondano direttamente su effetti accertati sulla salute e su considerazioni di ordine biologico [1]. Concettualmente sono analoghi ai Valori Limite di Esposizione (VLE).

Limite di esposizione Valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori.

Livelli di riferimento (LR) Livelli indicati ai fini pratici della valutazione dell'esposizione in modo da determinare se siano probabili eventuali superamenti dei limiti di base. Concettualmente sono analoghi ai Valori di Azione (VA).

Obiettivi di qualità Valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR) Si tratta del valore mediato, su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa del tessuto corporeo ed è espresso in watt per kilogrammo (W kg^{-1}). Il SAR riferito a tutto il corpo (a corpo intero) è una grandezza ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici avversi (sanitari) all'esposizione alle radiofrequenze (RF). Oltre al valore del SAR mediato a corpo intero, sono necessari anche valori del SAR locale per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti ristrette del corpo conseguenti a particolari condizioni di esposizione, quali ad

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

esempio il caso di un individuo esposto a radiofrequenza (RF) di frequenze di pochi MHz (ad esempio provenienti da riscaldatori dielettrici) e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna).

Valore di attenzione Valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate.

Valore di azione (VA) Livelli operativi stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE e, ove appropriato, per prendere le opportune misure di protezione o prevenzione.

Valore efficace (RMS, root mean square) Il valore efficace per un campo sinusoidale è il valore di picco diviso per $\sqrt{2}$.

11.1 Acronimi

AF Alta frequenza

ASPP Addetto al servizio di prevenzione e protezione

B Induzione magnetica

BC Broadcast, trasmissioni

BF Bassa frequenza

BT effetti a breve termine, effetti acuti

CEI Comitato Elettrotecnico Italiano

CEM Campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici

CMS Campo magnetico statico

CENELEC Comité européen de normalisation en électronique et en électrotechnique, Comitato europeo di normazione elettrotecnica

DL datore di lavoro

DMI Dispositivo medico impiantato

DMIA Dispositivo medico attivo

DMP Dispositivo medico passivo

DPCM Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri della Repubblica Italiana

DVR Documento di Valutazione dei Rischi E Intensità di campo elettrico

Eint Intensità di campo elettrico interno

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06REL0011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

EMC Electromagnetic Compatibility, compatibilità elettromagnetica H Intensità di campo magnetico

IC Corrente di contatto

IL Corrente attraverso gli arti

IE Indice di esposizione

ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti

LA Livello di azione

LB Limite di base

LQ Legge Quadro 36/01-Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici

LR Limite di riferimento

LT Effetti a lungo termine (long term effects)

OMS Organizzazione Mondiale della Sanità

MC Medico Competente

OdV Organo di Vigilanza territorialmente competente

Q Carica elettrica

QE Quoziente di esposizione

QET Quoziente di esposizione RF Radiofrequenza

RLS rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza

RSPP responsabile del servizio di prevenzione e protezione

SNC Sistema nervoso centrale SNP Sistema nervoso periferico

SSL Salute e sicurezza sul lavoro

TUS Testo Unico sulla Sicurezza, D. Lgs.81/2008 e s.m.i. come modificato e integrato dal D.lgs. 159/2016 che attua la Direttiva 2013/35/UE Ente Italiano di Normazione

VA Valore di azione

VAinf Valore di azione inferiore

VAsup Valore di azione superiore

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTRROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06REL0011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

VLE Valore limite di esposizione

VLEsens Valore limite di esposizione sensoriale

VLEsan Valore limite di esposizione sanitario

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

12.Sulla valutazione del rischio da campi elettromagnetici (CEM)

12.1 Approfondimenti

Gli esseri umani sono esposti a campi elettromagnetici naturali e, in ragione del progresso tecnologico, artificiali (videoterminali, telefonia mobile, emittenti radio, forni a microonde ecc.). Più generalmente, il rischio da campi elettromagnetici (CEM) viene ricondotto al rischio da radiazioni non ionizzanti cui afferiscono parte dei raggi ultravioletti, le microonde, le radiofrequenze, i raggi infrarossi e i raggi laser. L'introduzione massiccia dei sistemi di telecomunicazione e dei sistemi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica ha posto all'attenzione la problematica della valutazione di questo rischio, in considerazione degli effetti che le radiazioni elettromagnetiche hanno sulla salute.

*Già dalla seconda metà degli anni 90, sia in Italia che all'estero sono stati condotti studi epidemiologici specifici, che hanno evidenziato l'esistenza di effetti sulla salute di tipo deterministico, di cui cioè esiste, ed è stata definita, una soglia di insorgenza, e la cui gravità può variare in funzione dell'intensità dell'esposizione. Fra questi vi sono, ad esempio, i danni a carico dell'apparato riproduttivo, del sistema immunitario, dell'apparato cardiocircolatorio e, per esposizioni croniche, le manifestazioni comportamentali, in particolare nella sfera dell'apprendimento e nella performance dell'esecuzione dei compiti appresi. Ancora incertezze, esistono invece, sulla capacità dei **campi elettromagnetici** di indurre danni di natura stocastica, quali l'insorgenza di forme cancerogene.*

Approfondimenti sul tema sono contenuti in ISPESL-GAUSS, uno strumento di analisi ed informazione sui rischi da esposizione ai campi elettromagnetici, disponibile sul sito dell'ISPESL.

*Con la **legge quadro n. 36/01** sono state dettate le prime norme sulla protezione dai campi elettromagnetici della popolazione e dei lavoratori. Nel 2007 è stata recepita la direttiva europea 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) con il D.lgs 257 i cui contenuti sono stati, sostanzialmente, recepiti nel D.lgs 81/08. Le misure di tutela previste dal Dlgs 81/2008 attengono ai campi magnetici statici e ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo di frequenza inferiore o pari a 300 GHz (art. 207, comma 1a) e sono specificamente mirate alla protezione dagli effetti di tipo deterministico (art. 206, comma 1).*

*La norma non riguarda, invece, la protezione da eventuali effetti a lungo termine (stocastici), per i quali mancano dati scientifici conclusivi che comprovino un nesso di causalità, né i rischi conseguenti al contatto con i conduttori in tensione (art. 206, comma 2), questi ultimi già coperti dalle norme per la **sicurezza elettrica**. È rilevante che l'art. 206, comma 1, indica come, nel*

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

relativo capo di pertinenza, vengono determinati i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici durante il lavoro. Ciò implica che vanno valutate tutte le tipologie di esposizione. Con la legge quadro 36/01, secondo la definizione dell'art. 2, comma 1, lettera f) l'esposizione dei lavoratori è "ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

Sono quindi da intendersi esposizioni di carattere professionale quelle strettamente correlate e necessarie alle finalità del processo produttivo. Tuttavia, secondo le prime indicazioni applicative sulla prevenzione e protezione dai rischi dai CEM, realizzato dal Gruppo di lavoro interregionale "Agenti Fisici", in collaborazione con l'ISPESL, vanno valutate anche le esposizioni indebite causate da sorgenti non correlate con la specifica attività dei lavoratori e che non ricadono sotto la gestione del datore di lavoro. Queste devono essere contenute, a carico dei relativi gestori, entro i limiti vigenti per la tutela della popolazione.

Il datore di lavoro deve ad ogni modo valutare il rischio ed eventualmente verificare il rispetto della normativa vigente da parte dell'esercente della sorgente, anche avvalendosi dell'organo di controllo. Inoltre, il Dlgs 81/08 prescrive le norme per la protezione da alcune tipologie di effetti indiretti, quali l'interferenza elettromagnetica con attrezzature e dispositivi medici elettronici (compresi stimolatori cardiaci e altri dispositivi impiantati), l'effetto propulsivo di oggetti ferromagnetici all'interno di intensi campi magnetici statici, l'innescò di elettro-detonatori ed il rischio incendio per scintille provocate dalla presenza dei CEM nell'ambiente (art. 209, comma 4, lettera d). Un elenco delle situazioni lavorative che devono essere valutate sono riportati alla FAQ 4.6 del documento realizzato dal Gruppo di lavoro interregionale "Agenti fisici".

Data la complessità dell'ambito di intervento, è previsto che la valutazione del rischio sia effettuata da personale qualificato (artt. 181 e 209) in possesso, cioè, di specifiche conoscenze in materia di rischi da agenti fisici. Indicazioni sui requisiti di questa figura professionale che potrebbero orientare la scelta del datore di lavoro sono contenute nel documento "Profilo professionale dell'Esperto nella valutazione dei rischi derivanti da esposizione a campi elettromagnetici (ECEM)" redatto a cura della CIIP (Consulta Interassociativa Italiana per la Prevenzione) e disponibile sul sito web della Consulta medesima. Le modalità per la valutazione del rischio, secondo l'art. 209, devono essere conformi alle norme CENELEC.

*Finché tali norme non avranno contemplato tutte le pertinenti situazioni lavorative, il datore di lavoro è indirizzato ad adottare "le specifiche linee guida individuate od emanate dalla Commissione consultiva permanente per la prevenzione degli infortuni e per l'igiene del lavoro, o, in alternativa, quelle del CEI, tenendo conto, se necessario, dei livelli di emissione indicati dai fabbricanti delle attrezzature." Relativamente all'entrata in vigore delle norme prescritte, con la formulazione adottata nell'articolo 306 e stante l'emanazione della **direttiva 2008/46/CE**,*

Fabroen srl .	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	ID TERNA 202203039
RS06RELO011A0	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO LENTINI 1	Pn 60.016 kW

l'applicazione degli specifici principi di prevenzione e protezione previsti dal Capo IV del Titolo VIII del decreto, ha subito uno slittamento temporale di 4 anni. L'entrata in vigore è prevista, quindi, per il 30 aprile 2012.

*Come già evidenziato nell'articolo di apertura, si sottolinea, tuttavia, il principio generale contenuto nell'art. 28 e ribadito relativamente agli agenti fisici nell'art. 181, che impegna il datore di lavoro alla valutazione di tutti i rischi per la salute e la sicurezza inclusi quelli derivanti da **esposizioni a campi elettromagnetici**, in relazione ai quali esiste quindi l'obbligo (sanzionabile) alla valutazione ed all'identificazione delle misure preventive e protettive per minimizzare il rischio. Ciò comporta, per quanto attiene all'aspetto della vigilanza, che sino alla data del 30 aprile 2012 non saranno richiedibili e sanzionabili le inottemperanze agli obblighi specificamente previsti dal Capo IV del Titolo VIII, ma resteranno validi, richiedibili e sanzionabili i principi generali affermati nel Titolo I e nel Capo I del Titolo VIII*

Fonte: Direzione Sanità della Regione Piemonte

Palerm0 10/05/2024

Ing Giuseppe Lo Presti