

## IMPIANTO FV E BESS EX AEROPORTO DI CASTELVETRANO

Impianto FV e BESS – Ex Aeroporto Castelvetro

Castelvetro (TP) – Progetto Definitivo

### RELAZIONE CALCOLO DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

EV-FS	00	09/05/2022	Emissione	D.Stangalino	C. Camiciotti	D.Stangalino	M.A.Bracale	A. Luce
Stato di Validità	Numero Revisione	Data	Descrizione	Stantec Preparato	Stantec verificato	Stantec Approvato	Eni Plenitude Approvato	Eni Plenitude Approvato
Indice Revisione								
Logo Committente e Denominazione Commerciale 				Nome progetto Impianto Fotovoltaico FV e BESS - Ex Aeroporto Castelvetro		ID Documento Committente <b>082600BECA00024</b> Commissa N. 		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale  <b>Stantec S.p.A</b>						ID Documento Appaltatore N. Commissa 45503406.06		
Nome d'Impianto e Oggetto IMPIANTO FV e BESS EX AEROPORTO DI CASTELVETRANO Castelvetro (TP) – Progetto Definitivo						Scala -	Numero di Pagine 20	
Titolo Documento Relazione calcolo distanza di prima approssimazione								

	ID Documento Committente 082600BECA00024	Pagina 2	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

## SOMMARIO

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. SCOPO DEL DOCUMENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>3. NORME DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>4. DEFINIZIONI.....</b>	<b>6</b>
<b>5. CAMPI MAGNETICI GENERATI DAL SISTEMA DI ACCUMULO .....</b>	<b>10</b>
<b>6. CAMPI MAGNETICI GENERATI DALLE POWER STATION DELL'IMPIANTO FV .....</b>	<b>12</b>
<b>7. CAMPI MAGNETICI GENERATI DAI CAVI DI ALTA TENSIONE INTERNI ALL'IMPIANTO .....</b>	<b>15</b>
<b>8. CAMPI MAGNETICI GENERATI DAI CAVI DI ALTA TENSIONE VERSO LA STAZIONE TERNA..</b>	<b>15</b>
<b>9. CAMPI ELETTRICI.....</b>	<b>16</b>
<b>10. CONSIDERAZIONI SU POSSIBILE ESPOSIZIONE LAVORATORI (D.LGS 159/2016).....</b>	<b>1</b>
<b>11. CONCLUSIONI.....</b>	<b>2</b>

	ID Documento Committente 082600BECA00024	Pagina 3	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

## 1. INTRODUZIONE

La popolazione ed i lavoratori sono esposti a campi elettromagnetici prodotti da una grande varietà di sorgenti che utilizzano l'energia elettrica a varie frequenze.

Tali campi, variabili nel tempo, occupano la parte dello spettro che si estende dai campi statici alle radiazioni infrarosse. In questa gamma di frequenze (0 Hz – 300 GHz) i fenomeni di ionizzazione nel mezzo interessato dai campi sono trascurabili: pertanto le radiazioni associate a queste frequenze rientrano in quelle cosiddette radiazioni non-ionizzanti.

Alle più basse frequenze, quando i campi sono caratterizzati da variazioni lente nel tempo, per esempio alle frequenze industriali di 50/60 Hz, o, più in generale, quando l'esposizione ai campi elettromagnetici avviene a distanze dalla sorgente piccole rispetto alla lunghezza d'onda, i campi elettrici e i campi magnetici possono essere considerati indipendentemente.

Alle frequenze più alte o, più in generale, a distanze elevate rispetto alla lunghezza d'onda, i campi elettrici e i campi magnetici sono strettamente correlati tra di loro: dalla misura di uno di essi si può in genere risalire all'altro.

Contrariamente a quanto succede con le radiazioni ionizzanti, per le quali il contributo delle sorgenti naturali rappresenta la porzione più elevata dell'esposizione della popolazione, per le radiazioni non-ionizzanti le sorgenti di campi elettromagnetici realizzati dall'uomo tendono a diventare sempre più predominanti rispetto alle sorgenti naturali.

Negli ultimi decenni l'uso dell'elettricità è aumentato considerevolmente, sia per la distribuzione dell'energia elettrica sia per lo sviluppo dei sistemi di telecomunicazione, con conseguente aumento dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

I campi variabili nel tempo più comuni a cui le persone sono permanentemente esposte sono quelli derivanti dai sistemi di generazione, trasmissione, distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica a 50/60 Hz, dai sistemi di trazione ferroviaria, dai sistemi di trasporto pubblico (da 0 Hz a 3 kHz) e dai sistemi di telecomunicazioni (trasmettitori radiofonici e televisivi, ponti radio a microonde, stazioni radiobase per telefonia mobile, radar, ecc.).

I campi generati dalle diverse sorgenti possono essere di vario tipo. La forma d'onda può essere sinusoidale, modulata in ampiezza (AM) o in frequenza (FM) nel caso di comunicazioni radio, o modulata ad impulsi come nei radar dove l'energia delle microonde viene trasmessa in brevi pacchetti di impulsi della durata di microsecondi.

L'esposizione umana dipende non solo dall'intensità dei campi elettromagnetici generati, ma anche dalla distanza dalla sorgente e, nel caso di antenne direzionali, quali quelle dei sistemi di comunicazione radar o satellitari, anche dalla vicinanza dal fascio principale di radiazione.

La maggior parte delle persone è esposta ai campi prodotti dai trasmettitori a radiofrequenza di bassa potenza, quali quelli delle stazioni base della telefonia cellulare, e dai sistemi di sicurezza e di controllo degli accessi, dove i campi possono provocare un'esposizione non uniforme del corpo. Generalmente le intensità dei campi prodotti da queste sorgenti decrescono rapidamente con la distanza.

Per proteggere la popolazione dagli eventuali effetti nocivi dell'esposizione ai campi elettromagnetici prodotti da tali sorgenti, sono stati sviluppati in ambiti nazionali e internazionali diversi tipi di linee-guida: esse sono generalmente basate sull'individuazione di valori da non superare per alcune grandezze di base, derivanti da

	ID Documento Committente 082600BECA00024	Pagina 4	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

valutazioni biologiche (grandezze interne al corpo, quali la densità di corrente e la sovratemperatura corporea), cui corrispondono altre grandezze derivate esterne, facilmente misurabili, quali il campo elettrico e il campo magnetico.

## 2. SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione valuta preliminarmente i campi elettromagnetici dovuti alla realizzazione **di un impianto fotovoltaico** (“FV”) a terra, integrato da un sistema di accumulo energetico tramite batterie (Battery Energy Storage System – “BESS”), all’interno dell’area di circa 96 ettari identificata come ex Aeroporto Militare di Castelvetro sito nel Comune di Castelvetro.

Scopo della presente indagine è di valutare preliminarmente l’esposizione della popolazione (tutti coloro presenti nei limitrofi dell’impianto fotovoltaico) al campo elettrico e magnetico generato dal Parco fotovoltaico per produzione di energia elettrica in ottemperanza alla Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, L. 36 del 22.02.2001 e la potenziale esposizione dei lavoratori in conformità al D.lgs. 81/08. Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003, fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.

Nel DPCM 8/7/2003 vengono definiti, con riferimento all’induzione magnetica, il limite di esposizione (100  $\mu$ T), il valore di attenzione (pari a 10  $\mu$ T) e l’obiettivo di qualità (pari a 3  $\mu$ T) che si applicano “nelle aree di gioco per l’infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio ai fini della progressiva minimizzazione dell’esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz”: nel caso in esame, trattandosi di una nuova realizzazione, il limite da considerare è costituito dall’obiettivo di qualità (3  $\mu$ T).

Lo scopo di tali leggi è di dettare, tra gli altri, i principi fondamentali diretti ad assicurare la tutela della salute della popolazione dagli effetti dell’esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ai sensi e nel rispetto dell’articolo 32 della Costituzione, oltre che la tutela dei lavoratori come da disposizioni del D.Lgs. 81/08 ss.mm.ii..

Si sottolinea, tuttavia, che l’evidenza scientifica di danni dovuti alla esposizione a campi elettrici e magnetici è accertata solo per gli effetti acuti dovuti a elevati valori di induzione e intensità dei campi elettromagnetici, mentre per quanto attiene gli effetti della esposizione prolungata a campi di lieve entità poco si conosce ed, in generale, non arrivano conferme certe dagli studi epidemiologici i quali a volte fra loro contrastano, facendo oscillare i loro risultati fra una lieve evidenza epidemiologica, lieve legame fra esposizione ai campi e forme tumorali, e una assenza di legame fra l’esposizione a campi elettromagnetici e l’insorgenza di forme tumorali.

Riportiamo ora un passo delle linee guida dell’ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle radiazioni Non Ionizzanti) a testimonianza di quanto affermato: “Si è giudicato che l’induzione di tumori per effetto di esposizioni a lungo termine a campi elettromagnetici non sia stata accertata e pertanto queste linee guida si basano sugli effetti sanitari immediati delle esposizioni a breve termine.”.

## 3. NORME DI RIFERIMENTO

I principali riferimenti normativi vengono riportati nella tabella che segue:

	ID Documento Committente 082600BECA00024	Pagina 5	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

#### RIFERIMENTI NORMATIVI

L. n. 36 del 22.02.2001	Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
D.P.C.M. 08.07.2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti
D.Lgs. 19.11.2007 n.257	Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)
D.Lgs. 09.04.2008 n.81 ss.mm.ii.	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
Decreto Min. Amb. 29.05.2008	Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica
DM 21 marzo 1988, n. 449	Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" e s.m.i.
CEI 11-60	Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100kV
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo
CEI 106-11	Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I
CEI 211-4	Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche
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
Linee guida ICNIRP	Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)

**Tabella 1 - Riferimenti normativi**

	ID Documento Committente 082600BECA00024	Pagina 6	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

#### 4. DEFINIZIONI

##### **Campo magnetico**

Il campo magnetico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di corrente elettrica o di massa magnetica.

Tale perturbazione si può verificare constatando che ponendo in tale regione spaziale un corpo magnetizzato, questo risulta soggetto ad una forza. L'unità di misura del campo magnetico è l'A/m.

L'induzione magnetica è una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento ed è espressa in tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico si ricavano in base all'equazione:  $1A/m = 4\pi \cdot 10^{-7} T$ .

##### **Campo elettrico**

Il campo elettrico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica. Tale perturbazione si può verificare constatando che ponendo in tale regione spaziale una carica elettrica, questa risulta soggetta ad una forza. L'unità di misura del campo elettrico è il V/m.

##### **Campo elettromagnetico**

Un campo elettrico variabile nel tempo genera, in direzione perpendicolare a se stesso, un campo magnetico pure variabile che, a sua volta, influisce sul campo elettrico stesso. Questi campi concatenati determinano nello spazio la propagazione di un campo elettromagnetico. E' importante la distinzione tra campo vicino e campo lontano. La differenza consiste essenzialmente nel fatto che in prossimità della sorgente irradiante, cioè in condizioni di campo vicino, il campo elettrico ed il campo magnetico assumono rapporti variabili con la distanza, mentre ad una certa distanza, cioè in campo lontano, il rapporto tra campo elettrico e campo magnetico rimane costante.

ELF è la terminologia anglosassone per definire i campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse, comprese tra 30 Hz e 300 Hz.

L'esposizione a campi ELF dovuta ad una determinata sorgente è valutabile misurando separatamente l'entità del campo elettrico e del campo magnetico. Questo perché alle frequenze estremamente basse, le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici, piuttosto che a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri. I campi ELF sono quindi caratterizzati da due entità distinte: il campo elettrico, generato dalla presenza di cariche elettriche o tensioni, ed il campo magnetico, generato invece dalle correnti elettriche.

##### **Intensità di campo elettrico**

È una grandezza vettoriale (E) che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in Volt per metro (V/m).

##### **Intensità di campo magnetico**

È una grandezza vettoriale (H) che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in Ampere per metro (A/m).

##### **Induzione magnetica**

È una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente 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 legate dall'equazione  $1A m^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} T$ .

	ID Documento Committente 082600BECA00024	Pagina 7	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

### **Linea**

Le linee corrispondono ai collegamenti con conduttori elettrici aerei o in cavo, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione. Le linee a tre o a più estremi sono sempre definite come più tronchi di linea a due stremi. Gli organi di manovra connettono tra loro componenti delle reti (es. interruttori, sezionatori, ecc.) e permettono di interrompere il passaggio di corrente.

### **Elettrodotto**

È l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;

### **Tronco**

I tronchi di linea corrispondono ai collegamenti metallici che permettono di unire fra loro due impianti gestiti allo stesso livello di tensione (compresi gli allacciamenti). Si definisce tronco fittizio il tronco che unisce due impianti adiacenti.

### **Tratta**

La tratta è una porzione di tronco di linea, composto da una sequenza di campate contigue, avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, di tipo meccanico (es. tipologia del conduttore, configurazione spaziale dei conduttori sui tralicci, tratta singola, doppia, ammazzettata, ecc.) e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale). Ad ogni variazione delle caratteristiche si individua una nuova tratta.

### **Impianto**

Nell'ambito di una rete elettrica l'impianto corrisponde ad un'officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica (trasformazione e/o conversione) dell'energia elettrica transitante in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva fase di destinazione. Gli impianti possono essere: Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie, Cabine Utente AT. Inoltre rientrano in questa categoria anche quelle stazioni talvolta chiamate di Allacciamento.

### **Corrente**

Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

### **Portata in corrente in servizio normale**

È la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni.

### **Portata in regime permanente**

Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05).

### **Fascia di rispetto**

È lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. Come prescritto dall'articolo 4, comma 1 lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

### **Distanza di prima approssimazione (Dpa)**

	ID Documento Committente 082600BECA00024	Pagina 8	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

#### **Esposizione**

È la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;

#### **Limite di esposizione**

È il 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;

#### **Valore di attenzione**

È il 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. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;

#### **Obiettivi di qualità**

Sono i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8 della L. 36/2001; sono anche i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a) della medesima legge, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi;

#### **Esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici**

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;

#### **Esposizione della popolazione**

È ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ad eccezione dell'esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici.

#### **Valori limite di esposizione**

I valori di azione di cui alla seguente tabella sono ottenuti a partire dai valori limite di esposizione per i lavoratori secondo le basi razionali utilizzate dalla Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP) nelle sue linee guida sulla limitazione dell'esposizione alle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP 7/99).

Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B (μT)	Densità di potenza di onda piana S <sub>eq</sub> (W/m <sup>2</sup> )	Corrente di contatto I <sub>c</sub> (mA)	Corrente indotta attraverso gli arti I <sub>L</sub> (mA)
0 – 1 Hz	/	1,63 x 10 <sup>5</sup>	2 x 10 <sup>5</sup>	/	1,0	/
1 – 8 Hz	20000	1,63 x 10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	2 x 10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	/	1,0	/
8 – 25 Hz	20000	2 x 10 <sup>4</sup> /f	2,5 x 10 <sup>4</sup> /f	/	1,0	/

Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B ( $\mu$ T)	Densità di potenza di onda piana $S_{eq}$ (W/m <sup>2</sup> )	Corrente di contatto $I_c$ (mA)	Corrente indotta attraverso gli arti $I_L$ (mA)
0,025 – 0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	/	1,0	/
0,82 – 2,5 kHz	610	24,4	30,7	/	1,0	/
2,5 – 65 kHz	610	24,4	30,7	/	0,4f	/
65 – 100 kHz	610	1600/f	2000/f	/	0,4f	/
0,1 – 1 MHz	610	1,6/f	2/f	/	40	/
1 – 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	/	40	/
10 – 110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110 – 400 MHz	61	0,16	0,2	10	/	/
400 – 2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$0,01f^{1/2}$	$f/40$	/	/
2 – 300 GHz	137	0,36	0,45	50	/	/

**Tabella 2 – Valori di azione (art. 188, comma 2 del D.Lgs. 81/08) [valori efficaci (rms) imperturbati]**

Note:

- f è la frequenza espressa nelle unità indicate nella colonna relativa all'intervallo di frequenza.*
- Per le frequenze comprese fra 100 kHz e 10 GHz,  $S_{eq}$ , E2, H2, B2 e IL devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di 6 minuti.*
- Per le frequenze che superano 10 GHz,  $S_{eq}$ , E2, H2 e B2 devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di  $68/f^{1,05}$  minuti (f in GHz).*
- Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per  $(2)^{1/2}$ . Per gli impulsi di durata  $t_p$  la frequenza equivalente da applicare per i valori di azione va calcolata come  $f = 1/(2t_p)$ .*  
*Per le frequenze comprese tra 100 kHz e 10 MHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo sono calcolati moltiplicando i pertinenti valori efficaci (rms) per  $10^a$ , dove  $a = (0,665 \log(f/10) + 0,176)$ , f in Hz.*  
*Per le frequenze comprese tra 10 MHz e 300 GHz, i valori di azione di picco sono calcolati moltiplicando i valori efficaci (rms) corrispondenti per 32 nel caso delle intensità di campo e per 1000 nel caso della densità di potenza di onda piana equivalente.*
- Per quanto riguarda i campi elettromagnetici pulsati o transitori o in generale l'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, è necessario adottare metodi appropriati di valutazione, misurazione e/o calcolo in grado di analizzare le caratteristiche delle forme d'onda e la natura delle interazioni biologiche, tenendo conto delle norme armonizzate europee elaborate dal CENELEC.*
- Per i valori di picco di campi elettromagnetici pulsati modulati si propone inoltre che, per le frequenze portanti che superano 10 MHz,  $S_{eq}$  valutato come media sulla durata dell'impulso non superi di 1000 volte i valori di azione per  $S_{eq}$ , o che l'intensità di campo non superi di 32 volte i valori di azione dell'intensità di campo alla frequenza portante.*

Considerato che la frequenza della corrente sia  $f = 0,050$  kHz, risultano i seguenti valori di riferimento per l'esposizione dei lavoratori:

- Intensità del campo elettrico: 10 kV/m
- Intensità del campo di induzione magnetica: **500  $\mu$ T**

	ID Documento Committente 082600BECA00024	Pagina 10	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti limiti di esposizione (art. 207 DLgs 81/2008). A seguito della valutazione dei livelli dei campi elettromagnetici, qualora risulti che siano superati i valori di azione, il datore di lavoro valuta e, quando necessario, calcola se i valori limite di esposizione sono stati superati.

Il valore massimo della tensione di esercizio presente nell'impianto, pari a 36 kV per la linea AT di allaccio e distribuzione interna tra le power station, è tale che i corrispondenti limiti di esposizione al campo elettrico (10kV/m) sono raggiunti a distanze dai conduttori già reclusi all'accesso in quanto interrate. Pertanto i limiti di esposizione per i lavoratori sono rispettati.

I valori limite di esposizione per la popolazione sono invece richiamati dalla Legge Quadro, e sono stati indicati con apposito decreto D.P.C.M. 08.07.2003, che prevede il rispetto dei seguenti valori: nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di **100  $\mu$ T** per l'induzione magnetica e **5 kV/m** per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

## 5. CAMPI MAGNETICI GENERATI DAL SISTEMA DI ACCUMULO

Il sistema di accumulo è costituito da batterie stazionarie connesse a inverter di conversione da corrente continua a corrente alternata e da trasformatori elevatori per innalzamento della tensione a 36 kV.

I trasformatori elevatori sono installati all'interno di un container contenente anche gli inverter e il quadro di alta tensione (PS: power station), a loro volta connesso a un quadro di alta tensione di raccolta, installato nella cabina MTR, attraverso linee in cavo interrato di alta tensione.

Le batterie sono installate all'interno di container metallici installati all'aperto, mentre i DC box sono di fatto strutture metalliche installate all'aperto.

I cavi di alta tensione, di tipo unipolare per il collegamento alla MTR, sono interrati con lo schermo collegato all'impianto di messa a terra.

Pertanto il rispetto degli obiettivi di qualità è garantito, in sede progettuale, dall'utilizzo di container metallici per evitare l'emissione irradiata, dalla corretta messa a terra delle masse metalliche e degli schermi dei cavi, dalla posa a trifoglio con relativa trasposizione delle fasi dei cavi unipolari AT, dall'utilizzo di apparecchiature costruite secondo i requisiti di compatibilità elettromagnetica stabiliti dalle norme tecniche.

Gli inverter di conversione risponderanno ai requisiti della normativa vigente (IEC 61000) per quanto riguarda l'emissione elettromagnetica.

Ogni modulo sarà equipaggiato con un set di opportuni filtri:

- filtri di tipo RFI prevedranno inoltre opportuni filtri antidisturbo;
- filtri di tipo LC sinusoidali opportunamente dimensionati, saranno realizzati ed accordati per ottenere forme d'onda di corrente e tensione in uscita, ad ogni livello di carico.

Tali filtri saranno in grado di evitare la trasmissione di disturbi a frequenza elevate attraverso i conduttori di potenza. L'emissione irradiata invece sarà evitata grazie all'installazione in container metallico.

La messa a terra dei containers, la gestione del sistema DC isolato da terra, la presenza del trasformatore BT/AT che assicurerà un isolamento galvanico della sezione di conversione rispetto al punto di connessione AT, consentiranno di evitare i disturbi anche attraverso modalità di accoppiamento di modo comune.

Gli accorgimenti su menzionati garantiscono il rispetto dei limiti di riferimento per i campi elettromagnetici per quanto concerne le apparecchiature installate nei container.

	ID Documento Committente 082600BECA00024	Pagina 11	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Per i trasformatori elevatori la distanza di prima approssimazione viene valutata utilizzando la formula indicata dall'articolo 5.2.1 del DM 29-5-2008:

$$Dpa = 0.40942 * d^{0.5241} * I^{0.5}$$

dove:

- d = distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) dei cavi connessi all'avvolgimento di bassa tensione del trasformatore
- I = corrente nominale lato bassa tensione del trasformatore
- Per il sistema di Accumulo sono installati trasformatori ad isolamento in olio aventi le seguenti caratteristiche:
  - Potenza nominale 6500 kVA
  - Tensione primaria 36 kV
  - Tensione secondaria 800 V
  - Corrente secondaria 4696 A

Per il collegamento del trasformatore all'inverter si ipotizza che saranno utilizzati cavi isolati in gomma 0,6/1 kV di sezione 1x400 mm<sup>2</sup> con diametro esterno di 36,5 mm, con portata in aria di 868 A. Saranno utilizzati 8 cavi in parallelo per fase.

Arrotondando si ottiene una Dpa per i trasformatori di 15 m.

Di seguito si riportano i valori della Dpa determinati per le Power Station del sistema BESS:

Cabina PS (BESS)	Cavo lato BT	I [A]	d [m]	Dpa [m]
PS1	8x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	4696	0,0365	14,00
PS2	8x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	4696	0,0365	14,00
PS3	8x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	4696	0,0365	14,00
PS4	8x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	4696	0,0365	14,00

	ID Documento Committente 082600BECA00024	Pagina 12	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

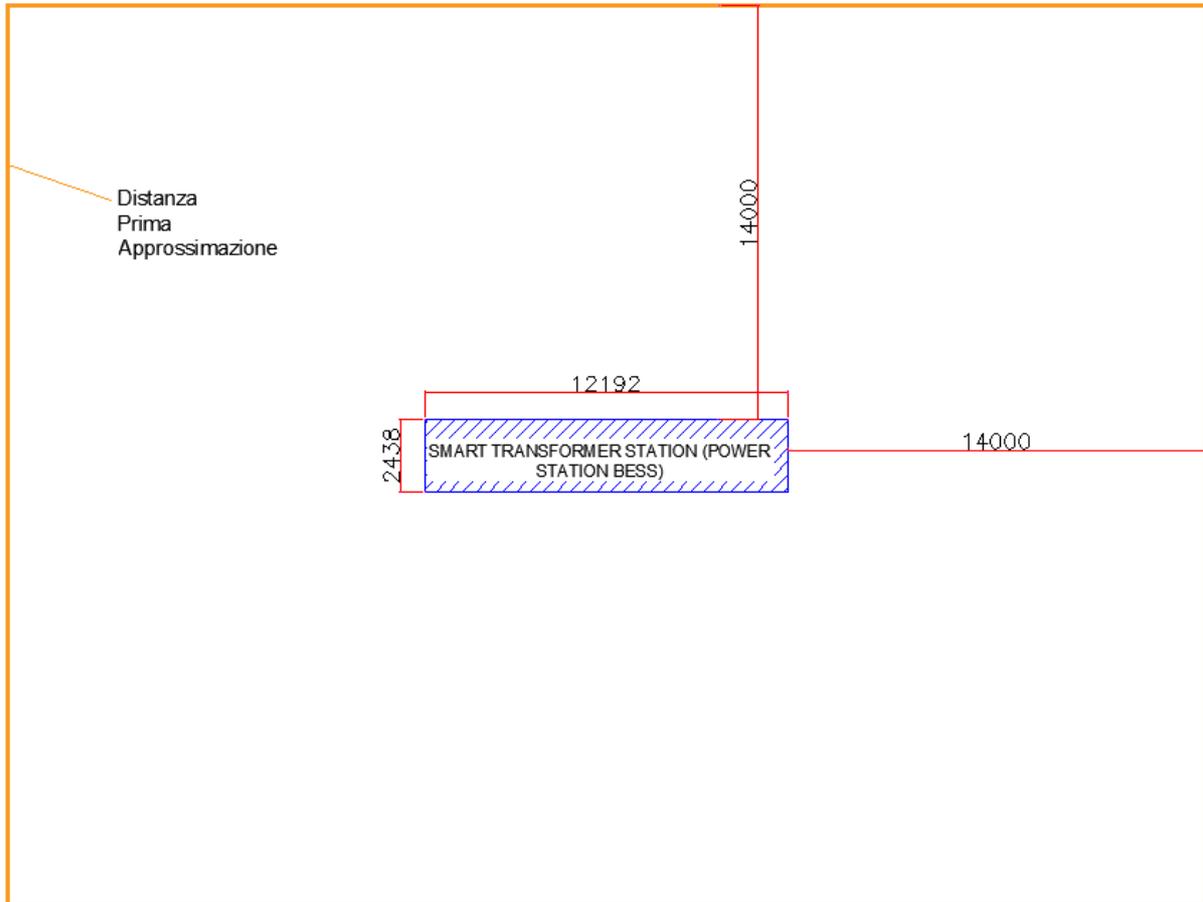


Figura 5-1: Rappresentazione schematica cabinati Power Station BESS e relativa DpA (misure indicate in mm)

## 6. CAMPI MAGNETICI GENERATI DALLE POWER STATION DELL'IMPIANTO FV

Le power station dell'impianto fotovoltaico sono costituite da container contenenti l'inverter di conversione da corrente continua a corrente alternata, il trasformatore elevatore per l'innalzamento della tensione a 36 kV e il quadro di alta tensione per la connessione della linea in cavo verso la cabina MTR di impianto.

Pertanto il rispetto degli obiettivi di qualità è garantito, in sede progettuale, dall'utilizzo di container metallici per evitare l'emissione irradiata, dalla corretta messa a terra delle masse metalliche e degli schermi dei cavi, dalla posa a trifoglio con relativa trasposizione delle fasi dei cavi unipolari AT, dall'utilizzo di apparecchiature costruite secondo i requisiti di compatibilità elettromagnetica stabiliti dalle norme tecniche.

Gli inverter di conversione risponderanno ai requisiti della normativa vigente (IEC 61000) per quanto riguarda l'emissione elettromagnetica.

Ogni modulo sarà equipaggiato con un set di opportuni filtri:

- filtri di tipo RFI prevedranno inoltre opportuni filtri antidisturbo;
- filtri di tipo LC sinusoidali opportunamente dimensionati, saranno realizzati ed accordati per ottenere forme d'onda di corrente e tensione in uscita, ad ogni livello di carico.

	ID Documento Committente 082600BECA00024	Pagina 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Tali filtri saranno in grado di evitare la trasmissione di disturbi a frequenza elevate attraverso i conduttori di potenza. L'emissione irradiata invece sarà evitata grazie all'installazione in container metallico.

La messa a terra dei containers, la presenza del trasformatore BT/AT che assicurerà un isolamento galvanico della sezione di conversione rispetto al punto di connessione AT, consentiranno di evitare i disturbi anche attraverso modalità di accoppiamento di modo comune.

Gli accorgimenti su menzionati garantiscono il rispetto dei limiti di riferimento per i campi elettromagnetici per quanto concerne le apparecchiature installate nei container.

Per i trasformatori elevatori la distanza di prima approssimazione viene valutata utilizzando la formula indicata dall'articolo 5.2.1 del DM 29-5-2008:

$$Dpa = 0.40942 * d^{0.5241} * I^{0.5}$$

dove:

- d = distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) dei cavi connessi all'avvolgimento di bassa tensione del trasformatore
- I = corrente nominale lato bassa tensione del trasformatore
- Per le power station dell'impianto fotovoltaico sono installati trasformatori ad isolamento in olio aventi le seguenti caratteristiche:
  - Potenza nominale 4400 kVA
  - Tensione primaria 36 kV
  - Tensione secondaria 660 V
  - Corrente secondaria 3853,6 A

Per il collegamento del trasformatore all'inverter si ipotizza che saranno utilizzati cavi isolati in gomma 0,6/1 kV di sezione 1x400 mm<sup>2</sup> con diametro esterno di 36,5 mm, con portata in aria di 868 A. Saranno utilizzati 6 cavi in parallelo per fase.

Arrotondando si ottiene una Dpa per i trasformatori di 10 m.

Di seguito si riportano i valori della Dpa determinati per le Transformer Stations dell'impianto FV:

Cabina PS (BESS)	Cavo lato BT	I [A]	d [m]	Dpa [m]
TS1	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS2	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS3	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS4	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS5	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS6	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS7	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00

TS8	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS9	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS10	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS11	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS12	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS13	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS14	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS15	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS16	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS17	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00
TS18	6x3x(1x400) mm <sup>2</sup>	3853,6	0,0365	12,00

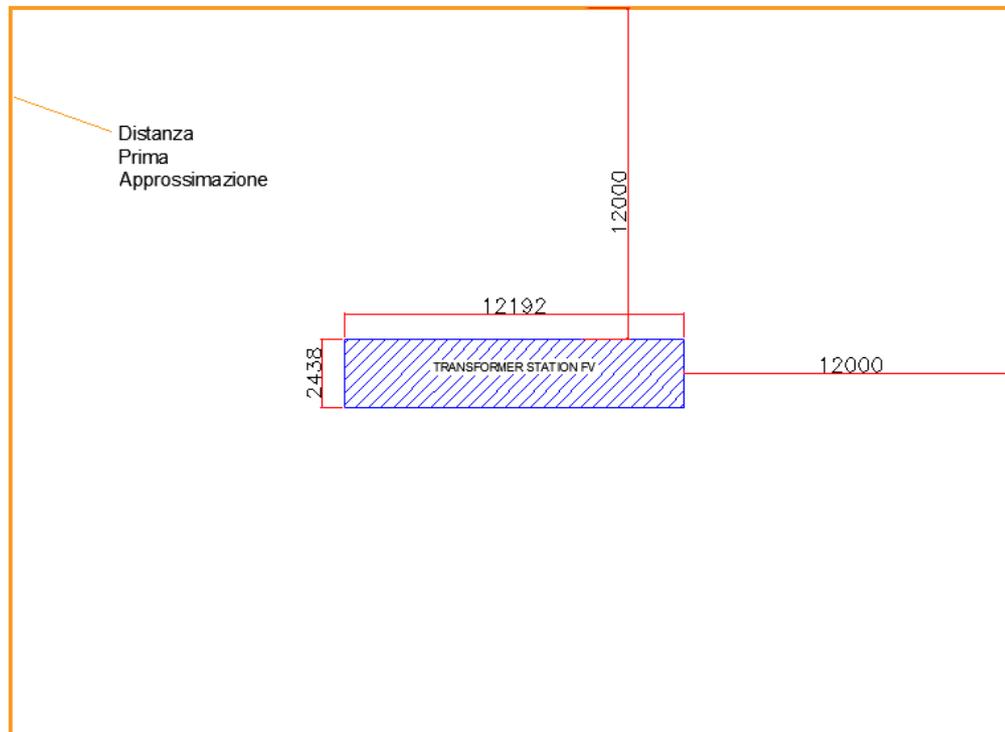


Figura 6-1: Rappresentazione schematica cabinet Power Station Impianto FV e relativa DpA (misure indicate in mm)

## 7. CAMPI MAGNETICI GENERATI DAI CAVI DI ALTA TENSIONE INTERNI ALL'IMPIANTO

I cavi di alta tensione impiegati all'interno dell'impianto, per il collegamento delle power station al quadro di raccolta installato nella cabina MTR saranno di tipo unipolare, conduttore in rame e isolante in mescola etilenpropilenica (XLPE), aventi sigla RE4H5E 20,8/36 kV.

Le sezioni impiegate sono 120 mm<sup>2</sup> per l'impianto BESS, 300 mm<sup>2</sup>, 500 mm<sup>2</sup> e 630 mm<sup>2</sup> per l'impianto fotovoltaico.

Per il calcolo della Dpa sono state considerate le seguenti condizioni:

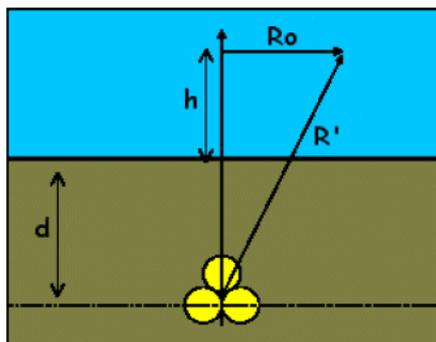
- Massima corrente per ogni singola linea, corrispondente alla massima portata dei cavi.
- Cavi posati a trifoglio
- Cavi direttamente interrati alla profondità di 1,0 m.

Le formazioni per ciascuna linea di alta tensione e i valori della fascia di rispetto e quindi della Dpa (distanza di prima approssimazione) sono indicati nella tabella 1.

La distanza dall'asse della linea a livello del suolo oltre la quale l'induzione magnetica è inferiore a 3 microtesla ( $R_0$  in figura 1 con  $h=0$ ), è anch'essa indicata nella tabella 1.

Tabella 1

Formazione [mm <sup>2</sup> ]	Diametro esterno [mm]	Portata [A]	Dpa [m]	Distanza asse a livello del suolo	Valore induzione a 1 m dal suolo [ $\mu$ T]
3x(1x120)	39	326	1,020	0,206	0,78
3x(1x300)	44,8	535	1,400	0,982	1,47
3x(1x500)	52,2	686	1,711	1,392	2,19
3x(1x630)	56,4	772	1,887	1,603	2,67



Schema e distanze di cavi interrati posati a trifoglio (CEI 106-11)

Figura 7-1: indicazione della distanza di prima approssimazione dei cavi interrati

## 8. CAMPI MAGNETICI GENERATI DAI CAVI DI ALTA TENSIONE VERSO LA STAZIONE TERNA

I cavi di alta tensione impiegati per il collegamento della cabina MTR dell'impianto alla stazione Terna hanno le seguenti caratteristiche:

- Tipo di cavo: unipolare
- Conduttore: rame
- Isolamento: in polietilene di tipo XLPE
- Tensione isolamento: 20,8/36 kV
- Designazione del cavo: RE4H5E

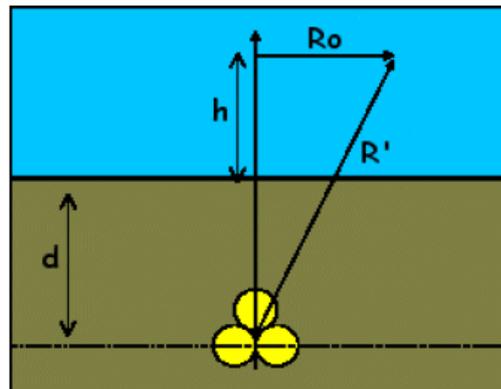
L'elettrodotto verso la stazione Terna sarà composto da 3 terne in parallelo da 1x630 mm<sup>2</sup>, con posa interrata a trifoglio, alla profondità minima di 1,2 m con distanza tra le terne di 250 mm.

In riferimento alle suddette condizioni di posa si ottiene una distanza di prima approssimazione  $D_{pa}$ , intesa come distanza dal baricentro della linea in tutte le direzioni ( $R'$  nella figura 2), come indicato in tabella 2.

La distanza dall'asse della linea a livello del suolo oltre la quale l'induzione magnetica è inferiore a 3 microtesla ( $R_0$  in figura 1 con  $h=0$ ), è anch'essa indicata nella tabella 2.

Tabella 2

Formazione [mm <sup>2</sup> ]	Diametro esterno [mm]	Portata [A]	$D_{pa}$ [m]	Distanza asse a livello del suolo	Valore induzione a 1 m dal suolo [ $\mu T$ ]
3 terne 1x630	56,4	772	3,27	3,12	7,99



Schema e distanze di cavi interrati posati a trifoglio (CEI 106-11)

Figura 8-1: indicazione della distanza di prima approssimazione dei cavi interrati

## 9. CAMPI ELETTRICI

Tutti i componenti dell'impianto presentano al loro interno schermature o parti metalliche collegate all'impianto di terra, per cui i campi elettrici risultanti all'esterno sono del tutto trascurabili o nulli.

Tutti gli schermi o le masse metalliche saranno collegati a terra, imponendo il potenziale di terra, ovvero zero, agli stessi, col risultato di schermare completamente i campi elettrici.

	<p>ID Documento Committente 082600BECA00024</p>	<p>Pagina 17</p>	
		<p>Stato di Validità</p>	<p>Numero Revisione</p>
			<p>00</p>

Anche nel caso in cui gli effetti mitigatori delle schermature non dovessero essere totali, sicuramente le fasce di rispetto dovute ai campi elettrici saranno ridotte e ricadrebbero all'interno di quelle già calcolate per i campi magnetici.

Per le linee in cavo di alta tensione a 36kV essendo i cavi schermati **il campo elettrico esterno allo schermo è nullo o comunque inferiore al valore di 5 kV/m** imposto dalla Norma.

	ID Documento Committente 082600BGRU00001	Pagina 1	
		Stato di Validità	Numero Revisione

## 10. CONSIDERAZIONI SU POSSIBILE ESPOSIZIONE LAVORATORI (D.LGS 159/2016)

Il Lgs. 159/2016 riguarda l'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 elettro-magnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE. In particolare, il decreto arrega modifiche ad alcuni articoli del D.Lgs 81/2008, che già prevedeva le disposizioni di salute e sicurezza dei lavoratori anche in relazione all'esposizione ai campi elettromagnetici.

Come stabilito dall'art. 206 del D.Lgs. 81/2008, così come modificato dal D.Lgs. 159/2016, il campo di applicazione è riferito alla determinazione dei "requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz) , come definiti dall'articolo 207, durante il lavoro. Le disposizioni riguardano la protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti biofisici diretti e agli effetti indiretti noti provocati dai campi elettromagnetici."

Il decreto definisce tra gli altri parametri:

- *"Valori Limite di Esposizione (VLE), valori stabiliti sulla base di considerazioni biofisiche e biologiche, in particolare sulla base degli effetti diretti acuti e a breve termine scientificamente accertati, ossia gli effetti termici e la stimolazione elettrica dei tessuti";*
- *"Valori 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 specificate" (n.d.a. sempre nel medesimo capo del D.Lgs.)*

Come riportato all' Art. 208 (Valori Limite di esposizione e valori di azione):

*"1. Le grandezze fisiche relative all'esposizione ai campi elettromagnetici sono indicate nell'allegato XXXVI, parte I. I VLE relativi agli effetti sanitari, i VLE relativi agli effetti sensoriali e i VA sono riportati nell'allegato XXXVI, parti II e III.*

*2. Il datore di lavoro assicura che l'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici non superi i VLE relativi agli effetti sanitari e i VLE relativi agli effetti sensoriali, di cui all'allegato XXXVI, parte II per gli effetti non termici e di cui all'allegato XXXVI, parte III per gli effetti termici. Il rispetto dei VLE relativi agli effetti sanitari e dei VLE relativi agli effetti sensoriali deve essere dimostrato ricorrendo alle procedure di valutazione dell'esposizione di cui all'articolo 209. Qualora l'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici superi uno qualsiasi dei VLE, il datore di lavoro adotta misure immediate in conformità dell'articolo 210, comma 7. [...]"*

L'articolo prosegue indicando le condizioni in cui si considera che i VLE sono rispettati e le condizioni in cui è possibile superare i valori di esposizione (adottando specifiche misure/condizioni operative).

In ogni caso tutti i rischi per i lavoratori derivanti da campi elettromagnetici sul luogo di lavoro dovranno essere opportunamente valutati dal datore di lavoro nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'art.181 del D.Lgs. 81/2008, ed in caso si rendesse necessario il datore di lavoro dovrà provvedere alla misura o al calcolo dei livelli dei campi elettromagnetici a cui i lavoratori sono esposti, tenendo conto (come indicato nell'art. 209 del D.Lgs. 81/2008 e ss.mm.ii.) anche delle guide pratiche della Commissione europea, delle norme tecniche europee e di quelle del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), nonché delle buone prassi individuate o emanate dalla Commissione consultiva permanente di cui all'art. 6 del D.Lgs.81/2008, delle informazioni reperibili presso le banche dati INAIL o delle Regioni.

In generale, sia per la fase di cantiere relativa alla costruzione dell'impianto, sia per la fase di esercizio e dunque per le operazioni di gestione, controllo e manutenzione dell'impianto e delle opere connesse, dovranno essere rispettati i disposti del D.Lgs. 81/2008 e ss.mm.ii. (pertato anche relativamente alle

	ID Documento Committente 082600BECA00024	Pagina 2	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

modifiche sull'esposizione ai campi elettromagnetici introdotte con il D.Lgs. 159/2016) ed i rischi di esposizione per i lavoratori, nonché le relative misure di prevenzione e protezione, dovranno essere attentamente valutate nell'ambito della valutazione dei rischi e riportati nel Documento di Valutazione dei Rischi (DVR) e nel Documento Unico di Valutazione dei Rischi Interferenziali (DUVRI).

## 11. CONCLUSIONI

Per le installazioni all'interno dell'impianto fotovoltaico e del sistema BESS si può affermare che i valori di induzione calcolati sono compatibili con i vincoli previsti dalla normativa vigente.

Infatti le aree di prima approssimazione individuate non includono in nessun punto luoghi con permanenza abituale di persone superiore a 4 ore, ed essendo contenute all'interno nell'area di insediamento del nuovo impianto non coinvolgono né civili abitazioni, né locali pubblici con permanenza di persone, né luoghi di divertimento o svago.

Prima dell'inizio lavori e per le fasi di costruzione, esercizio/manutenzione, dismissione, dovrà essere fatta dal datore di lavoro un'accurata valutazione dei rischi, che includa la valutazione del rischio di esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici e la predisposizione dei relativi documenti, nonché l'adozione delle misure di prevenzione e protezione così come disposto dal D.Lgs. 81/2008 e ss.mm.ii. (così come modificato anche dal D.Lgs. 159/2016).

Per l'elettrodotto costituito dai cavi AT a 36 kV verso la stazione Terna, si hanno valori in prossimità del percorso dell'elettrodotto lievemente superiori ai limiti ammissibili, 3  $\mu$ T (obiettivo di qualità).

Dato che il percorso dell'elettrodotto lambisce luoghi pubblici e civili abitazioni, ove si potrebbe avere la presenza di persone con permanenza superiore alle 4 ore, si rendono necessari interventi di mitigazione tali da ridurre l'intensità del campo magnetico prodotto dall'elettrodotto.

Tali interventi di mitigazione consisteranno nell'installazione all'interno dello scavo di una schermatura costituita dall'accoppiamento di due materiali:

- Materiale ad alta permeabilità magnetica
- Materiale ad elevata conducibilità elettrica

Per maggior dettaglio sulla tipologia di mitigazione si faccia riferimento al tipico di posa 11S indicato sul documento "082600BADG00033 Planimetria cavidotto connessione 36kV + Sezioni e attraversamenti tipo"

La combinazione dei due materiali, ferromagnetico e conduttivo, permette di realizzare uno schermo con ottime capacità schermanti sia vicino allo schermo, grazie principalmente allo schermo ferromagnetico, sia lontano dallo schermo, grazie allo schermo conduttivo.

Le piastre schermanti disponibili sul mercato sono tipo multistrato costituite da lastre di materiale conduttivo e ferromagnetico. Il diverso comportamento dei due materiali consente di ottenere un prodotto con ottima efficienza di schermatura vicino alla sorgente ed il mantenimento di un buon fattore di schermatura anche allontanandosi dalla stessa.

L'orientamento delle piastre schermanti rispetto alla "sorgente di campo magnetico", è fondamentale per la mitigazione del medesimo.

	ID Documento Committente 082600BECA00024	Pagina 3	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Da analisi teoriche supportate anche da test sperimentali si evince che l'apposizione delle piastre con la parte ferromagnetica rivolta verso la sorgente garantisce una migliore efficienza schermante solamente nel caso in cui ci si trovi a pochi centimetri dalla schermatura e nel caso in cui venga effettuata una schermatura completa del locale in cui è presente la sorgente; di conseguenza si consiglia questa tipologia di installazione solamente nel caso in cui la "vittima" sia molto vicina (pochissimi cm) alla schermatura.

In tutti gli altri casi le migliori performance schermanti si ottengono con il materiale ad elevata conduttività rivolto verso la "sorgente" e quello ferromagnetico verso la "vittima".

Ciò è legato a due fattori che possono essere così riassunti:

- 1) Il materiale conduttivo funziona sul principio di creare un campo magnetico che si oppone a quello sorgente attraverso correnti indotte nello stesso, dallo stesso campo sorgente. È quindi opportuno che il materiale conduttivo veda il maggiore campo sorgente possibile. Se si orienta la piastra con il lato del materiale ferromagnetico verso la sorgente, questo riduce l'effetto di funzionamento del materiale conduttivo.
- 2) L'efficienza di uno schermo è legata alla continuità magnetica ed elettrica delle piastre schermanti. Il mancato collegamento tra le piastre ad elevata conducibilità, riduce fortemente le caratteristiche schermanti complessive, in quanto le correnti indotte che creano il controcampo si richiudono all'interno della singola piastra e non possono circolare tra una piastra e l'altra. È quindi fondamentale il collegamento elettrico tra le piastre con la sovrapposizione e tramite saldatura nella parte conduttiva.

Sul documento n. "082600BADG00033 *Planimetria cavidotto connessione 36kV + Sezioni e attraversamenti tipo*", saranno indicate le sezioni di posa con l'applicazione delle schermature per la riduzione dell'intensità del campo magnetico.