





r_emlro.Giunta - Prot. 19/02/2024.0161132.E					
Copia conforme dell'originale sottoscritto digitalmente da antonello					
PROGETTO DEFINITIVO					
2					
1					
0	31/07/2023	E.CARRARA	R. SGARBI	R. SGARBI	EMISSIONE
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)
FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)					
DIREZIONE INGEGNERIA - PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI					
DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)					
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DISCARICA DI RAVENNA KM 2,6 – RAVENNA					
IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)			WBS		CODICE CUP (CUP CODE)
HI99E501					
			CODICE DOCUMENTO (CODE)		N° COMMESSA (JOB N.)
			DS00RE0001		500107
			ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)		NOME FILE (FILE NAME)
 GRUPPO HERA <small>HERA S.p.A. Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.287.525 www.gruppohera.it</small>			 HERAtech <small>Società del Gruppo Hera HERAtech s.r.l. Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 www.heratech.it</small>		
			DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)		
			RELAZIONE CALCOLI DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE		
			SCALA (SCALE)	N° FOGLIO (SHEET N°)	DI (LAST)
			--	1	20

	RELAZIONE CALCOLI DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	500101	-	0	2	13
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DISCARICA DI RAVENNA KM 2,6 – RAVENNA					

INDICE

1	OGGETTO E SCOPO	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
3	DESCRIZIONE IMPIANTISTICA.....	4
4	LIMITI DI COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA.....	6
5	SORGENTI A BASSA FREQUENZA (ELF).....	7
6	CALCOLO DISTANZA PRIMA APPROSSIMAZIONE PER I COMPONENTI IN PROGETTO	8
	6.1 CAMPO FOTOVOLTAICO	9
	6.2 INVERTER DI STRINGA.....	9
	6.3 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE BT/MT (CONTAINER TECNICO)	10
	6.4 ELETTRODOTTI DI MEDIA TENSIONE MT E LINEE IN CAVO BT (NORMA CEI 106-11)	12
7	CONCLUSIONI	13

	RELAZIONE CALCOLI DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	500101	-	0	3	13
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DISCARICA DI RAVENNA KM 2,6 – RAVENNA					

1 OGGETTO E SCOPO

La presente relazione ha lo scopo di dimensionare le Distanze di Prima Approssimazione relative agli impianti elettrici funzionali all'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare (fotovoltaico) di potenza di picco pari a 7.543,5 kWp da realizzarsi nel comune di Ravenna (RA) in S.S.309 Romea Km. 2,6.

Le coordinate del sito sono le seguenti: 44°28'40"N, 12°12'22"E.


2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Norme di riferimento considerate per la stesura del presente documento sono le seguenti:

- Decreto D.C.P.S. 08/07/03: 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.;
- Decreto D.M. 29/05/08: Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti;
- Legge 22 febbraio 2001, n° 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

Trovano inoltre applicazione ai fini della presente valutazione le seguenti norme tecniche:

- CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo (2006-02)";
- CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche (2008-09)";
- CEI 211-6 Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana (2001-01);
- ENEL DISTRIBUZIONE "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";
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".

	RELAZIONE CALCOLI DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	500101	-	0	4	13
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DISCARICA DI RAVENNA KM 2,6 – RAVENNA					

3 DESCRIZIONE IMPIANTISTICA

Il Progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto fotovoltaico, di seguito si riportano le caratteristiche principali dell'impianto:

DENOMINAZIONE IMPIANTO	RAVENNA KM 2.6 – “CORPO 4” (CER)
SUPERFICIE LORDA (mq)	12.900
POTENZA NOMINALE AC (kW)	995,10
POTENZA LIMITATA AC (kW)	900,00
MODULI INSTALLATI	1.860
TOTALE STRINGHE INSTALLATE	93

Tabella 1 – Caratteristiche impianto Corpo “4”

DENOMINAZIONE IMPIANTO	RAVENNA KM 2.6 – “CORPO 1-6”
SUPERFICIE LORDA (mq)	130.000
POTENZA NOMINALE AC (kW)	6.548,40
POTENZA LIMITATA AC (kW)	6.000,00
MODULI INSTALLATI	12.240
TOTALE STRINGHE INSTALLATE	612

Tabella 2 – Caratteristiche impianto Corpo “1-6”

I moduli fotovoltaici avranno potenza nominale pari a 535Wp e saranno collegati tra di loro in serie a formare stringhe ciascuna delle quali composta da 20 moduli, la lunghezza di stringa è stabilita in funzione delle caratteristiche del sistema fotovoltaico in termini di tensione massima ammissibile e della potenza complessiva.


Per la conversione della corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata fruibile dal sistema di distribuzione e trasmissione nazionale, si realizzerà per ogni sottocampo un locale di conversione e trasformazione, dove verranno installati i trasformatori innalzatori BT/MT 0,4kV/15kV, i quadri elettrici di media e bassa tensione ed i gruppi di misura dell'energia elettrica prodotta.

Gli inverter di stringa saranno di tipo outdoor e verranno installati in corrispondenza delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici.

Ciascuna stazione di trasformazione sarà composta da un box tipo container, con struttura autoportante, di tipo monolitico, realizzate in acciaio verniciato con travi tubolari in acciaio e lamiera corrugate, perfettamente accoppiate, mediante un procedimento semi-automatico di saldatura, di dimensioni pari a 6.058 L x 2.896 H x 2.438 P m.

Per il progetto si prevede l'utilizzo di inverter di tipo stringa, ovvero unità statiche di conversione della corrente DC/AC caratterizzate da potenze nominali elevate e dotate di n. 20 ingressi, con elevato grado di protezione esterno IP66 e sistema di raffreddamento ad aria intelligente.

Ogni inverter sarà collocato in campo e collegato a un quadro di bassa tensione sito all'interno di box container insieme agli altri apparati necessari per l'elevazione della tensione di esercizio fino a 15kV.

	RELAZIONE CALCOLI DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	500101	-	0	5	13
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DISCARICA DI RAVENNA KM 2,6 – RAVENNA					

Pertanto, ciascun quadro è poi collegato, all'interno dell'alloggiamento di ciascuna stazione al trasformatore in resina BT/MT, al quadro di media tensione e a tutti gli apparati dedicati alla gestione, controllo e protezione necessari al corretto funzionamento ordinario dei suddetti apparati.

Come suddetto l'impianto sarà costituito da due sezioni, "Discarica Corpo 1-6" e "Discarica Corpo 4".

Per essere connesso, si dovrà installare un nuovo quadro MT interposto fra il Quadro generale MT ubicato in cabina cessione ed il Quadro QMT01 posizionato nella Cabina Area esistente, adiacente alla cabina cessione. Il nuovo quadro MT sarà a tre scomparti con la seguente configurazione:

- ✓ Scomparto 1 con l'arrivo della linea dall'interruttore generale MT (DG) posto in cabina di cessione; la linea MT dovrà essere intercettata ed adattata per l'ingresso nel nuovo quadro;
- ✓ Scomparto 2 ci sarà la partenza per l'impianto fotovoltaico distribuito nei quattro diversi corpi discarica; la linea MT farà capo alla prima cabina di campo FV-1 (per la descrizione dell'impianto, fare riferimento ai paragrafi successivi);
- ✓ Scomparto 3 ci sarà la nuova partenza per l'alimentazione del Quadro QMT01 esistente.

L'impianto fotovoltaico esercirà in regime di cessione parziale, ovvero l'energia prodotta in eccesso e non auto consumata verrà ceduta in rete.

Il quadro di media tensione collocato all'interno della cabina "Area" è l'apparato dove saranno attestate tutte le linee MT provenienti dalle stazioni di trasformazione in campo, su di esso saranno collocate tutte le protezioni indicate dalle vigenti normative tecniche per la connessione come il Sistema di Protezione Generale (SPG) e il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI).

Le linee di bassa tensione, sia quelle in corrente continua che in corrente alternata, e le linee di media tensione saranno realizzate totalmente all'interno dell'area occupata dall'impianto fotovoltaico.

Il collegamento tra moduli fotovoltaici ed inverter sarà realizzato con cavi solari tipo H1Z2Z2-K per lo più attaccati alla struttura di sostegno dei moduli stessi.

Gli attraversamenti delle corsie poste tra una stringa e l'altra saranno realizzati mediante posa dei cavi all'interno di tubazioni di tipo corrugato flessibile a doppia parete in posa interrata.


Per i collegamenti tra gli inverter e la cabina di trasformazione MT/BT (in campo), realizzati in cavo BT tipo FG16R16 0.6/1KV, sarà prevista la posa di tubazioni di tipo corrugato flessibile a doppia parete Ø 200mm in posa interrata ad una profondità che non superiore ai 40 cm.

I cavidotti delle linee MT saranno realizzati in tubo corrugato doppio strato 750N in posa interrata sul corpo di discarica ad una profondità massima di circa 40 cm, per maggiori dettagli si allega elaborato C204E501EX00PE002.

Lo scavo interesserà lo strato superficiale e non i pacchetti di impermeabilizzazione che in sommità di discarica è presente in modo uniforme in uno strato di terreno dell'ordine di 1 m come per le banche, ovvero le superfici piane sui lati della discarica.

Sulle scarpate il ricoprimento di terreno risulta mediamente ridotto dell'ordine di circa 30 cm, per cui i cavi saranno posizionati entro canalette in cls prefabbricate con coperchio. Queste canalette saranno installate direttamente sul terreno, senza scavo, lungo le linee di massima pendenza della scarpata per annullare qualunque interferenza con le acque di scolo. Sarà necessario in questo caso ricoprire con terreno le calate e segnalarle in modo da evitare incidenti durante le attività di sfalcio o manutenzione all'impianto.

Per maggiori dettagli si allega l'elaborato H199E501EX00PE002.

	RELAZIONE CALCOLI DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	500101	-	0	6
DI (LAST)				
13				
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DISCARICA DI RAVENNA KM 2,6 – RAVENNA				

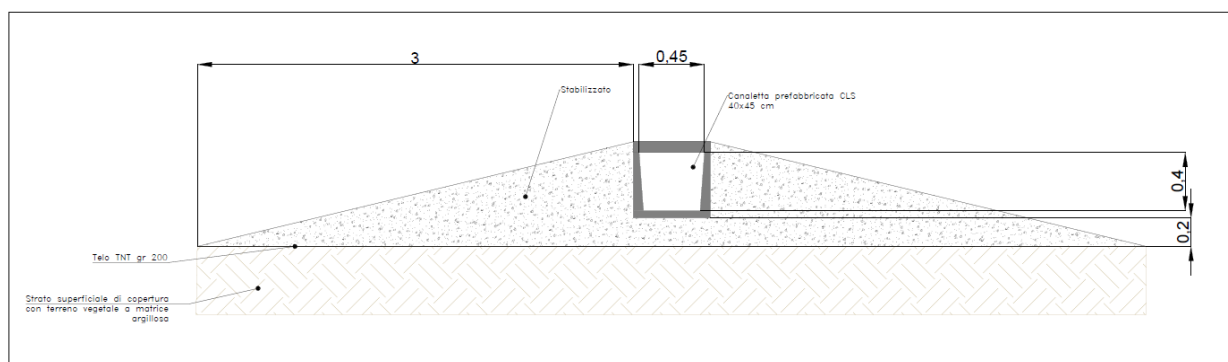


Figura 1 – Canalina su discarica


4 LIMITI DI COMPATIBILITA' ELETTRROMAGNETICA

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- ✓ I limiti di esposizione del campo elettrico (5 kv/m) e del campo magnetico (100 μ t) come Valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- ✓ Il valore di attenzione (10 μ t) e l'obiettivo di qualità (3 μ t) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Nel dettaglio, si riportano le seguenti tabelle con le definizioni ed i limiti di esposizione per basse frequenze:

Limite di esposizione	Valore che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione
Limite di attenzione	Valore che non deve essere superato negli ambienti a permanenza prolungata

	RELAZIONE CALCOLI DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	500101	-	0	7	13
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DISCARICA DI RAVENNA KM 2,6 – RAVENNA					

Obiettivi di qualità	Limite da rispettare per installazioni future
----------------------	-----------------------------------------------

DPCM 8 luglio 2003 – Basse frequenza (< 100 kHz)		
	Campo elettrico	Induzione magnetica
Limite di esposizione	5000 V/m	100 µT
Valore di attenzione (media 24 h)		10 µT
Obiettivi di qualità (media 24 h)		3 µT

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti).

Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione (par. 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008) con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 µT del campo magnetico.

Le definizioni di DPA e Fascia di rispetto sono, infatti, così definite:


Distanza di prima approssimazione (DPA):

- ✓ per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più 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.

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 una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 µT).

5 SORGENTI A BASSA FREQUENZA (ELF)

Le basse frequenze, o ELF (Extremely Low Frequency), consistono in campi elettrici e magnetici di che si formano in corrispondenza di elettrodotti (a bassa, media ed alta tensione), e di tutti i dispositivi domestici alimentati a corrente elettrica, di intensità decisamente inferiore, quali elettrodomestici, videotermini, etc.

	RELAZIONE CALCOLI DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	500101	-	0	8	13
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DISCARICA DI RAVENNA KM 2,6 – RAVENNA					

Gli altri componenti del sistema di trasmissione e distribuzione che sono diffusi sul territorio, cioè le stazioni e le cabine, non sono in pratica delle importanti sorgenti di campo elettrico dal punto di vista dell'esposizione della popolazione.

Il campo elettrico generato dalle linee elettriche aeree in un determinato punto dello spazio circostante dipende principalmente dal livello di tensione e dalla distanza del punto dai conduttori della linea (altri fattori che influenzano l'intensità del campo elettrico sono poi la disposizione geometrica dei conduttori nello spazio e la loro distanza reciproca).

Alle basse frequenze le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici rispetto a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri; è per questo che per le ELF il campo elettrico e il campo magnetico possono essere considerati e valutati come entità a sé stanti.

Si distinguono due principali tipologie di sorgenti in base alle diverse caratteristiche del campo emesso:

- ✓ Quelle deputate al trasporto e distribuzione dell'energia elettrica;
- ✓ Quelle degli apparecchi che utilizzano energia elettrica.

Nella situazione in esame si tratta di elettrodotti cioè sorgenti di campo elettromagnetico a frequenza industriale (50 – 60 Hz). Per elettrodotto si intende l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.

Le cabine di trasformazione rappresentano un problema molto minore dal punto di vista dell'inquinamento elettromagnetico, poiché a pochi metri di distanza i campi elettrici e magnetici sono già trascurabili.

Le linee elettriche portano energia elettrica dai centri di produzione agli utilizzatori (industrie, abitazioni, etc.) mentre le cabine di trasformazione trasformano la corrente prodotta dalle centrali in tensioni più basse per l'utilizzazione nelle applicazioni pratiche.


Le tensioni di esercizio delle linee elettriche in Italia si distinguono in 15 kV e 20 kV per la media tensione, 36,132, 220 e 380 kV per l'alta tensione.

6 CALCOLO DISTANZA PRIMA APPROSSIMAZIONE PER I COMPONENTI IN PROGETTO

Le apparecchiature elettriche presenti in impianto, sorgenti di campo elettromagnetico, sono le seguenti:

1. Campo Fotovoltaico (moduli fotovoltaici e cavi);
2. Inverter di stringa;
3. Cabine di trasformazione bt/MT (container tecnico) – TR. 2.500KVA;
4. Cabine di trasformazione bt/MT (container tecnico) – TR. 1.000KVA;
5. Elettrodotto interrato MT e linee in cavo BT.

Di seguito, le analisi ed i calcoli per ciascuna sorgente.

	RELAZIONE CALCOLI DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	500101	-	0	9	13
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DISCARICA DI RAVENNA KM 2,6 – RAVENNA					

6.1 CAMPO FOTOVOLTAICO

Il campo fotovoltaico risulta formato dall'insieme delle stringhe di moduli fotovoltaici, e dai rispettivi cavi elettrici in c.c. (tipo HIZ2Z2-K) che conducono all'ingresso inverter di stringa.

Considerato che:

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente continua, per cui la generazione di campi 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.

Nella certificazione dei moduli fotovoltaici secondo la Norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono pertanto menzionate prove di compatibilità elettromagnetica poiché assolutamente irrilevanti.

Considerato che:

- Nel caso di una buona esecuzione delle opere, i cavi con diversa polarizzazione (+ e -) sono posti a contatto, con l'annullamento quasi totale dei campi magnetici statici prodotti in un punto esterno;
- I cavi relativi alle dorsali principali, ovvero gli unici che trasportano un valore di corrente significativo sono molto distanti dai confini dell'impianto (almeno 30 m);
- Le linee dati, per il monitoraggio e la trasmissione dati, sono realizzate normalmente in cavo schermato e quindi interessate da correnti di valore estremamente modesto;

si può escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo elettromagnetico.

6.2 INVERTER DI STRINGA

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Essi pertanto sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze.


D'altro canto il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo).

A questo scopo gli inverter prescelti possiedono la certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica (EMC) (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)).

Tra gli altri aspetti queste norme riguardano:

- i livelli armonici: le direttive del gestore di rete prevedono un THD globale (non riferito al massimo della singola armonica) inferiore al 5% (inferiore all'8% citato nella norma CEI 110-10). Gli inverter presentano un THD globale contenuto entro il 3%;
- i disturbi alle trasmissioni di segnale operate dal gestore di rete in sovrapposizione alla trasmissione di energia sulle proprie linee;
- le variazioni di tensione e frequenza. Gli effetti sulla rete di tali variazioni sono limitati dai relè di controllo della protezione di interfaccia asservita al dispositivo di interfaccia.

Tuttavia, le fluttuazioni di tensione e frequenza hanno per lo più origine dalla rete stessa; si rendono quindi necessarie finestre di taratura abbastanza ampie per evitare una continua inserzione e disinserimento dell'impianto fotovoltaico; - la componente continua immessa in rete. La presenza del trasformatore elevatore permette di bloccare tale componente. Ad ogni modo, anche il

	RELAZIONE CALCOLI DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	500101	-	0	10	13
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DISCARICA DI RAVENNA KM 2,6 – RAVENNA					

dispositivo di interfaccia di ogni inverter interviene in presenza di componenti continue maggiori dello 0,5% della corrente nominale.

Le questioni di compatibilità elettromagnetica concernenti i buchi di tensione (fino ai 3 s in genere) sono in genere dovute al coordinamento delle protezioni effettuato dal gestore di rete locale.

6.3 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE BT/MT (CONTAINER TECNICO) TR 2.500KVA

Per le cabine elettriche di campo la principale sorgente di emissione è il trasformatore, in questo caso si tratta di uno in resina BT/MT 0.4/15Kv - 2.500kVA (AF).

In questo caso, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1, l'ampiezza delle DPA viene intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, e va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) (§ 5.2.1) applicando la seguente relazione:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I_n}} = 0.40942 \cdot \chi^{0.5241}$$

dove:

- ✓ DPA = distanza di prima approssimazione.
- ✓ I_n = Corrente nominale del quadro.
- ✓ X = Diametro dei cavi BT in ingresso al quadro.

Considerato che la potenza nominale del trasformatore in olio BT/MT installato è al massimo di 2.500 kVA, la corrente nominale lato BT (tensione lato BT di 400V) sarà al massimo pari a 3.802 A.

Considerando la sezione del cavo BT (tipo FG16R16 o similare) 240mmq, con un diametro esterno del singolo conduttore 30.2 mm (0,0302 m), risulta un diametro totale del cavo (x) = 151.0 mm (0.151 m).


$$DPA = 0.40942 \cdot \chi^{0.5241} \cdot \sqrt{I_n}$$

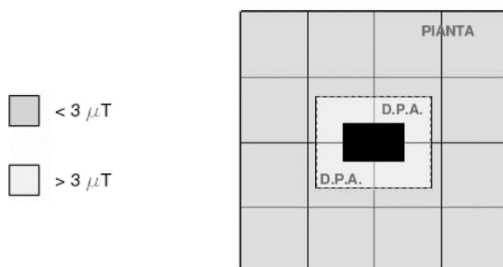
Sostituendo i valori:

$$DPA = 0.40942 \cdot (0.151)^{0.5241} \cdot \sqrt{3802} = 9.37 \text{ m}$$

Ne consegue una DPA pari a 9,37 m.

Considerato che l'algoritmo proposto dal DM 29/5/2008 prevede l'arrotondamento al metro superiore, risulta che DPA=10,00m, da intendersi come distanza dal filo esterno del container.

	RELAZIONE CALCOLI DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	500101	-	0	11	13
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DISCARICA DI RAVENNA KM 2,6 – RAVENNA					



Si specifica, come tali ambienti (cabinati tecnici) sono aree di accesso esclusivo agli operatori tecnici che saltuariamente vi accederanno per limitati periodi temporali (inferiore a 4 h/gg) per esigenze connesse con la manutenzione e la gestione dell'impianto.

Non vi saranno, né all'interno delle fasce di rispetto individuate, né nelle immediate vicinanze luoghi destinati alla permanenza di persone per oltre 4 ore/giorno e non vi saranno nelle immediate vicinanze aree accessibili a persone diverse degli addetti professionalmente esposti.

6.4 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE BT/MT (CONTAINER TECNICO) TR 1.000KVA

Per le cabine elettriche di campo la principale sorgente di emissione è il trasformatore, in questo caso si tratta di uno in resina BT/MT 0.4/15Kv – 1.000kVA (AF).

In questo caso, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1, l'ampiezza delle DPA viene intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, e va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) (§ 5.2.1) applicando la seguente relazione:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I_n}} = 0.40942 \cdot \chi^{0.5241}$$


dove:

- ✓ DPA = distanza di prima approssimazione.
- ✓ I_n = Corrente nominale del quadro.
- ✓ X = Diametro dei cavi BT in ingresso al quadro.

Considerato che la potenza nominale del trasformatore in olio BT/MT installato è al massimo di 1.000 kVA, la corrente nominale lato BT (tensione lato BT di 400V) sarà al massimo pari a 1.521 A.

Considerando la sezione del cavo BT (tipo FG16R16 o similare) 240mmq, con un diametro esterno del singolo conduttore 30.2 mm (0,0302 m), risulta un diametro totale del cavo (x) = 151.0 mm (0.151 m).

$$DPA = 0.40942 \cdot \chi^{0.5241} \cdot \sqrt{I_n}$$

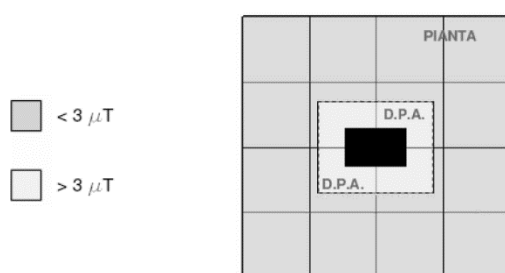
	RELAZIONE CALCOLI DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	500101	-	0	12	13
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DISCARICA DI RAVENNA KM 2,6 – RAVENNA					

Sostituendo i valori:

$$DPA = 0.40942 \cdot (0.151)^{0.5241} \cdot \sqrt{1521} = 5.93 \text{ m}$$

Ne consegue una DPA pari a 5,93 m.

Considerato che l'algoritmo proposto dal DM 29/5/2008 prevede l'arrotondamento al metro superiore, risulta che DPA=6,00m, da intendersi come distanza dal filo esterno del container.



Si specifica, come tali ambienti (cabinati tecnici) sono aree di accesso esclusivo agli operatori tecnici che saltuariamente vi accederanno per limitati periodi temporali (inferiore a 4 h/gg) per esigenze connesse con la manutenzione e la gestione dell'impianto.

Non vi saranno, né all'interno delle fasce di rispetto individuate, né nelle immediate vicinanze luoghi destinati alla permanenza di persone per oltre 4 ore/giorno e non vi saranno nelle immediate vicinanze aree accessibili a persone diverse degli addetti professionalmente esposti.

6.5 ELETTRODOTTI DI MEDIA TENSIONE MT E LINEE IN CAVO BT (Norma CEI 106-11)


Il collegamento, tra il quadro QMT EM00QM0001 sito in Cabina Area ed il Q.G. in cabina cessione, sarà realizzato in cavo cordato ad elica tipo ARE4H5EX 12/20 kV o similare.

Tra ciascuna Cabina di Trasformazione BT/MT e la Cabina di Interfaccia Media Tensione sarà presente un elettrodotto MT (15 kV) in tubazione corrugata Ø 200mm in posa interrata sulla strada sommitale della discarica in cavo cordato ad elica (tipo ARE4H5EX 12/20 kV o similare).

Sulle scarpate il ricoprimento di terreno risulta mediamente ridotto dell'ordine di circa 30 cm, per cui i cavi saranno posizionati entro canalette in cls prefabbricate con coperchio. Queste canalette saranno installate direttamente sul terreno, senza scavo, lungo le linee di massima pendenza della scarpata per annullare qualunque interferenza con le acque di scolo. Sarà necessario in questo caso ricoprire con terreno le calate e segnalarle in modo da evitare incidenti durante le attività di sfalcio o manutenzione all'impianto.

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 μT.

Si evidenzia che il progetto prevede per tutto l'impianto fotovoltaico l'impiego di cavi MT di tipo cordato ad elica, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.

	RELAZIONE CALCOLI DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	500101	-	0	13	13
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DISCARICA DI RAVENNA KM 2,6 – RAVENNA					

Come illustrato nella sopracitata norma CEI 106-11 la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di $3\mu T$, anche in condizioni limite con conduttori di sezione elevata, venga raggiunto già a brevissima distanza (50÷80 cm) dall'asse del cavo stesso.

A favore di sicurezza, per contenere la caduta di tensione di tutte le linee 15KV, si prevede l'adozione di cavo tipo ARE4HEX 12/20Kv con sezione $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$.

A tale proposito si richiama il paragrafo 3.2 dell'allegato al DM 29/5/2008 in cui si sottolinea che "le linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree)" costituiscono uno dei casi di esclusione di applicazione di detta metodologia poiché in questo caso le fasce associabili hanno ampiezza ridotta inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n° 449/88 e dal decreto del Ministro dei lavori Pubblici del 16 Gennaio 1991.

Pertanto nel caso in esame la determinazione della DPA associata del suddetto collegamento elettrico non risulta necessaria.

Tale risultato è coerente con il risultato rappresentato all'interno del documento di Enel Distribuzione Spa denominato "Linea Guida per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.5.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche", di cui si allega in fig. 1 il contenuto.

Per quanto riguarda i cavi BT, linee definite di classe zero secondo DM 499/88, come sopra detto, i relativi cavidotti si sviluppano totalmente all'interno dell'area di impianto e l'ampiezza delle DPA è tale da non invadere zone esterne.

7 CONCLUSIONI

Sulla base dell'analisi condotta e dei risultati emersi si può concludere quanto segue:

In accordo a quanto esposto in detta relazione tecnica emerge quanto segue:

✓ in riferimento a tutti i cavi in media tensione (MT) di sez. pari a $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$, tale caso rientra tra i punti indicati al paragrafo 3.2 dell'allegato al DM 29/5/2008, "linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree)", per le quali l'applicazione della metodologia di calcolo è esclusa in quanto le fasce associabili hanno ampiezza ridotta inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n° 449/88 e dal decreto del Ministro dei lavori Pubblici del 16 Gennaio 1991;

✓ in riferimento alla cabina di trasformazione BT/MT 2.500kVA la DPA risulta 10m (metodologia paragrafo 5.2.1 allegato al DM 29/5/2008), mentre per la cabina BT/MT 0.8/15KV, in cui alloggia il trasformatore da 1.000KVA, la DPA è stata calcolata in 6 m.

In corrispondenza dei suddetti elementi dell'impianto, non sussistono luoghi destinati a permanenza continuativa di persone superiore a 4h.