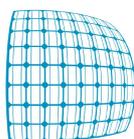




**REGIONE CAMPANIA
PROVINCIA DI CASERTA
COMUNE DI RIARDO E PIETRAMELARA**



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO
"INDUSTRIA DEL SOLE 3" DELLA POTENZA DI 6000 kW
Codice di Rintracciabilità: 301556187**



STARENERGIA

StarEnergia srl
sede legale Via Francesco Giordani n. 42
800122 Napoli P.IVA 05769401216 PEC: starenergia@pec.it

Relazione tecnica: campi elettrici e magnetici

PROGETTISTI

PROPONENTE

PAGINE



TREND ENERGETICO s.r.l.
sede legale Via F. Giordani n. 42
800122 Napoli
Tel. +39 081 060 7743 Fax +39 081 060 7876
Rea - NA1059005 – C.F. e P.IVA 09807481214
mail: trendenergetico@starenergia.com
PEC: trendenergetico@pecditta.com
Cod. Univoco 5RU082D

1 di 12

TAVOLA

RT.02

Rev: 00	Data: 03/01/2022	Note :
---------	------------------	--------

Rev: 01	Data: 20/01/2022	
---------	------------------	--

TREND ENERGETICO SRL	Impianto fotovoltaico Industria del sole 3 Potenza di connessione di 6000 kW	RT.02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE 20 KV DI E-DISTRIBUZIONE Relazione tecnica campi elettrici e magnetici	Rev.00	Pag.2 di 12

1. PREMESSA

La presente relazione riporta l'analisi dei campi elettromagnetici, in riferimento all'impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica, da realizzarsi nel Comune di Pietramelara-Riardo (CE), con cabina di consegna e utente poste prospicienti alla strada poste prospicienti alla strada Comunale Saudina, snc, della potenza di connessione pari a 6,0 MW, impianto denominato "INDUSTRIA DEL SOLE 3" ed identificato attraverso codice di rintracciabilità Enel: 301556187.

La soluzione per la connessione della suddetta centrale è stata comunicata da e-distribuzione e prevede la realizzazione di una nuova cabina MT consegna collegata in antenna da cabina primaria 220/20 kV TEANO (realizzato con collegamento in cavo interrato). E' previsto anche il collegamento in "entra-esce" alla suddetta cabina di consegna della linea MT interrata di e-distribuzione denominata "linea RUBINO" previa apertura della linea stessa tra la CS DURANTE e la CP MARZANELLO e l'installazione di due terne di giunti con il nuovo cavidotto, come indicato sugli elaborati allegati.

L'impianto, nel suo complesso, può essere suddiviso nelle seguenti distinte sezioni

a) Cabina di consegna

Prima di essere immessa in rete, l'energia transita attraverso la cabina utente e successivamente attraverso la cabina di consegna. Queste due cabine saranno ubicate esternamente ed in adiacenza al campo fotovoltaico nel sito individuato dal produttore e distinto al catasto terreni del Comune di Riardo (CE), al foglio 2 p.lla 12.

b) Collegamento MT tra la cabina di consegna e la cabina primaria 220/20 kV TEANO e collegamento in derivazione tra la stessa cabina alla linea interrata 20 kV esistente "linea RUBINO" di e-distribuzione.

L'energia prodotta dal campo fotovoltaico viene immessa nella rete di e-distribuzione tramite la realizzazione di una nuova cabina di consegna, collegata in antenna in cabina primaria 220/20kV Teano e collegata in "entra-esce" alla suddetta cabina di consegna della linea MT

TREND ENERGETICO SRL	Impianto fotovoltaico Industria del sole 3 Potenza di connessione di 6000 kW	RT.02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE 20 KV DI E-DISTRIBUZIONE Relazione tecnica campi elettrici e magnetici	Rev.00	Pag.3 di 12

interrata di e-distribuzione, denominata “linea RUBINO”, previa apertura della linea stessa e l’installazione di due terne di giunti con il nuovo cavidotto.

2.0 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il procedimento di calcolo delle fasce di rispetto e delle DPA seguito nella presente relazione risulta conforme alle disposizioni legislative e normative seguenti:

- Legge del 22/02/01 n° 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;
- DPCM del 8/07/03 “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”, in attuazione dell’art. 4 comma 2 lettera a) della Legge 36/2001.
- DM 29 maggio 2008:
 - a) approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (GU n. 156 del 5/7/2008 – Suppl. Ordinario n. 160);
 - b) approvazione delle procedure di misura e valutazione dell’induzione magnetica (GU n. 153 del 2/7/2008);
- CEI 11-60 “Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV”;
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica – linee in cavo”
- CEI 106-11 “ Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 Luglio 2003 (Art.6) – Parte I”
- CEI 211-4 “ Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche;

Inoltre, all’interno di tale relazione tecnica si fa riferimento anche al documento redatto da 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”.

TREND ENERGETICO SRL	Impianto fotovoltaico Industria del sole 3 Potenza di connessione di 6000 kW	RT.02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE 20 KV DI E-DISTRIBUZIONE Relazione tecnica campi elettrici e magnetici	Rev.00	Pag.4 di 12

Si sottolinea che emesso in esecuzione della Legge 36/2001 e del D.P.C.M. 08/07/2003, il D.M. del 29/05/2008 ha definito i criteri e la metodologia per la determinazione delle fasce di rispetto.

Ai fini della presente relazione risultano fondamentali le seguenti definizioni:

- portata in corrente in servizio normale (Isn): 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;
- portata di corrente 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);
- 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;
- Distanza di prima Approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, della proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più' della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Inoltre, sempre il DM del 29/05/2008 ha definito il valore di corrente da utilizzare nel calcolo, come la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata ed in dettaglio:

- per linee aeree con tensione superiore a 100 kV, la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60;
- per le linee in cavo, la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17.

TREND ENERGETICO SRL	Impianto fotovoltaico Industria del sole 3 Potenza di connessione di 6000 kW	RT.02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE 20 KV DI E-DISTRIBUZIONE Relazione tecnica campi elettrici e magnetici	Rev.00	Pag.5 di 12

Pertanto con l'introduzione del DM del 29/5/2008 si fa riferimento alla DPA e, pertanto, ad un procedimento semplificato al fine di semplificare la gestione territoriale ed il calcolo della fasce di rispetto.

3. DETERMINAZIONE DELLE DPA DEL CAMPO MAGNETICO

3.1 GENERALITA'

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 Luglio 2003 (art. 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 qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nella 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 (ambienti tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti.

Il DPCM 8 Luglio 2003 all'art. 6 in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c.1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008. Detta fascia comprende tutti i punti dei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Pertanto lo scopo del calcolo della DPA è quello di verificare che all'interno di tale distanza non vi siano luoghi, esistenti o in progetto, destinati a permanenza maggiore di 4 ore.

TREND ENERGETICO SRL	Impianto fotovoltaico Industria del sole 3 Potenza di connessione di 6000 kW	RT.02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE 20 KV DI E-DISTRIBUZIONE Relazione tecnica campi elettrici e magnetici	Rev.00	Pag.6 di 12

Se ciò si verifica il procedimento si ritiene concluso altrimenti sono necessarie ulteriori verifiche con calcoli basati su modelli analitici piu' dettagliati ed approfonditi delle fasce di rispetto.

3.2 CALCOLO DELLE DPA

In riferimento al progetto in oggetto si analizza il calcolo delle DPA dei seguenti elementi dell'impianto di rete per la connessione:

- a) Collegamento MT tra la cabina di consegna e la cabina primaria TEANO e collegamento in derivazione tra la stessa cabina alla linea interrata 20 kV esistente di e-distribuzione.
 - b) Cabina di consegna.
- a) Collegamento MT tra la cabina di consegna e la cabina primaria 220/20 kV TEANO e collegamento in derivazione tra la stessa cabina alla linea interrata 20 kV esistente di e-distribuzione.**

Il cavo impiegato per la realizzazione dei collegamenti tra la cabina di consegna e il punto di connessione alla rete MT cabina primaria di TEANO e collegamento tra la stessa cabina alla linea 20 kV esistente di e-distribuzione, dovrà essere conforme alla specifica di e-distribuzione: DC4385.

Si tratta di cavi 3x1x185 mm² cordato in alluminio ad elica visibile, sigla ARE4H5EX 12/20 kV.

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

TREND ENERGETICO SRL	Impianto fotovoltaico Industria del sole 3 Potenza di connessione di 6000 kW	RT.02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE 20 KV DI E-DISTRIBUZIONE Relazione tecnica campi elettrici e magnetici	Rev.00	Pag.7 di 12

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.

b) Cabina di consegna

I particolari costruttivi, dimensionali e l'individuazione delle apparecchiature elettriche contenute nella suddetta cabine è riportata nelle tavole grafiche componenti il presente progetto. Per la determinazione della DPA associata alla cabina di consegna, alla cabina utente si applica la metodologia riportata nell'allegato al DM del 29/5/2008, paragrafo 5.2.1.

In tale paragrafo si fornisce il metodo di determinazione delle DPA riferite a tipologie standard di cabine elettriche, in particolare cabine box di dimensioni mediamente 4mx2,4m, altezze di 2,4-2,7m e dotate di un unico trasformatore di potenza 250-400-630 kVA, che costituiscono quelle maggiormente diffuse sul territorio nazionale.

La cabina elettrica in oggetto, seppur di dimensioni leggermente maggiori (cabina di consegna: 6,73x2,50m h=2,65m), possono ritenersi assimilabili al caso richiamato dal modello di calcolo proposto dal DM 29/5/2008, essendo al loro interno installato un unico trasformatore.

Il disegno unificato di e-distribuzione DG2061 Rev.08 – settembre 2016 utilizzato per la progettazione in oggetto, prevede un possibile futuro adeguamento tecnico della cabina attraverso l'installazione di un trasformatore di potenza massima 630 kVA utile per l'alimentazione locale di carichi in bassa tensione da parte di Enel Distribuzione.

Pertanto ai fini della determinazione delle DPA della cabina di consegna si fa riferimento direttamente a tale situazione potenziale futura, prevedendo all'interno della cabina di consegna un trasformatore di 630 kVA.

TREND ENERGETICO SRL	Impianto fotovoltaico Industria del sole 3 Potenza di connessione di 6000 kW	RT.02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE 20 KV DI E-DISTRIBUZIONE Relazione tecnica campi elettrici e magnetici	Rev.00	Pag.8 di 12

Risulta evidente che il procedimento di calcolo suddetto individua nel trasformatore e nel suo circuito di bassa tensione, l'elemento critico in riferimento alla generazione dei campi magnetici, zona nella quale si registra un addensamento di tale valore.

Si procede pertanto al calcolo della DPA associata alla suddetta cabina attraverso l'applicazione della seguente formula analitica:

$$DPA = \sqrt{I} \cdot 0,40942 \cdot x^{0,5241}$$

In cui risulta:

- I = corrente nominale [A]
- x = diametro dei cavi [m]

Pertanto i dati d'ingresso per il calcolo della DPA per le cabine elettriche sono la corrente nominale di bassa tensione del trasformatore ed il diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore.

Si determinano, quindi, i dati richiesti dal procedimento di calcolo.

Per quanto riguarda la cabina di consegna Enel, per quanto precedentemente specificato, ai fini del calcolo della DPA si fa riferimento direttamente alla situazione potenziale futura, prevedendo all'interno della cabina di consegna un trasformatore di 630 kVA, in conformità al disegno di unificazione della cabina in oggetto Enel DG2061.

In corrispondenza di una potenza nominale è di 630 kVA si determina la corrente nominale del circuito di bassa tensione, alimentato ad una tensione di 400V.

$$I = \frac{630000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 909,3A$$

TREND ENERGETICO SRL	Impianto fotovoltaico Industria del sole 3 Potenza di connessione di 6000 kW	RT.02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE 20 KV DI E-DISTRIBUZIONE Relazione tecnica campi elettrici e magnetici	Rev.00	Pag.9 di 12

Il cavo BT in uscita dal trasformatore che Enel potrebbe installare in futuro all'interno della cabina di consegna, può essere di sezione variabile; il valore del diametro standard è variabile da 20 mm a 27mm, tale valore è attinto dal documento tecnico 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", in particolare dalla scheda B10 che si riporta in fig.2.

Pertanto si assume il massimo valore per la variabile x:

$$x = \text{diametro del cavo} = 27 \text{ mm} = 0,027\text{m}$$

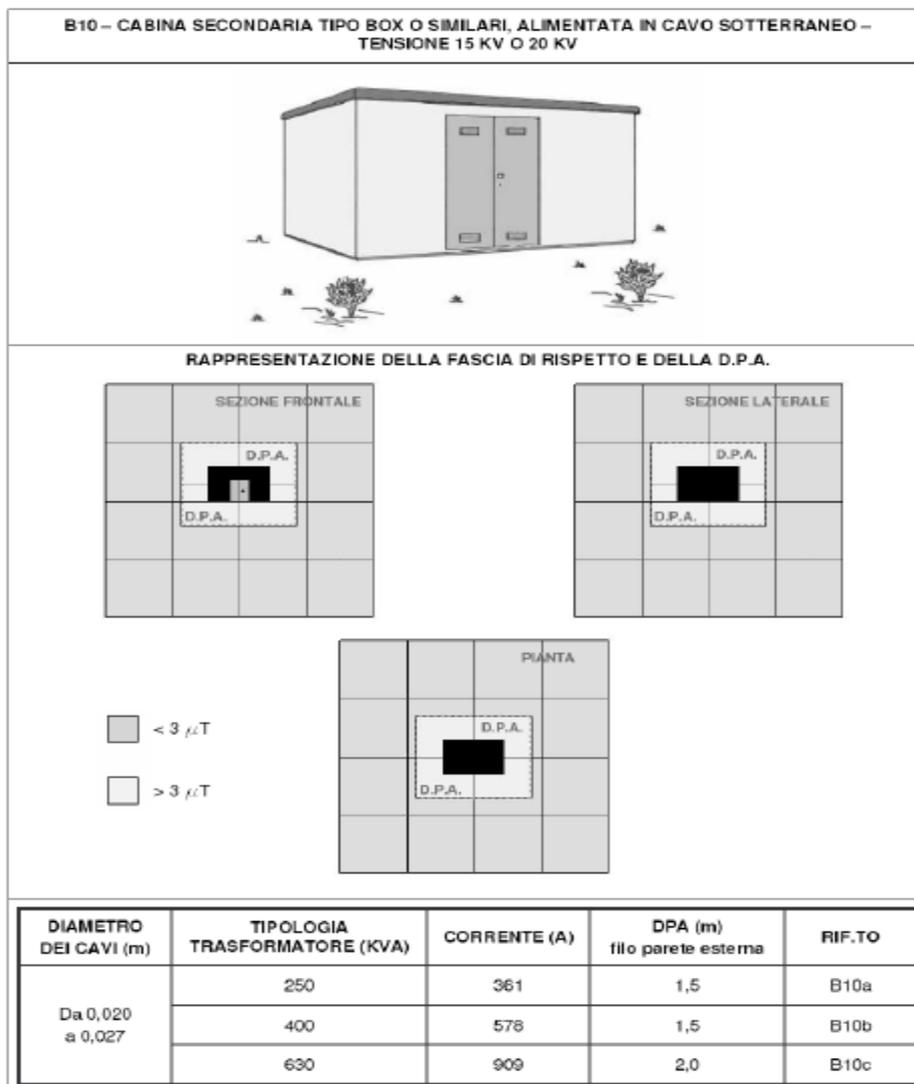
In funzione di tali dati si determina la DPA in oggetto:

$$DPA = \sqrt{909,3 \cdot 0,40942 \cdot 0,0270^{0,5241}} = 1,86\text{m}$$

Considerato che l'algoritmo proposto dal DM 29/5/2008 prevede l'arrotondamento al mezzo metro superiore, risulta che **DPA=2,0 m**

Si noti che tale valore ottenuto dal calcolo analitico del modello proposto DM 29/5/2008 coincide con il valore indicato dalla scheda B10 (Rif. B10 c) del documento di Enel Distribuzione richiamato e riportato.

TREND ENERGETICO SRL	Impianto fotovoltaico Industria del sole 3 Potenza di connessione di 6000 kW	RT.02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE 20 KV DI E-DISTRIBUZIONE Relazione tecnica campi elettrici e magnetici	Rev.00	Pag.10 di 12



“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 Enel Distribuzione Spa

- Scheda tecnica B10 -

TREND ENERGETICO SRL	Impianto fotovoltaico Industria del sole 3 Potenza di connessione di 6000 kW	RT.02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE 20 KV DI E-DISTRIBUZIONE Relazione tecnica campi elettrici e magnetici	Rev.00	Pag.11 di 12

4. CAMPI ELETTRICI

Considerato che l'intensità del campo elettrico dipende dalla tensione di esercizio del sistema, si può ritenere che l'intensità del suddetto campo generato dai componenti costituenti l'impianto, oggetto della presente relazione tecnica, sia assolutamente trascurabile.

Infatti i cavi interrati 3x1x185 mm² 12/20 kV, cavi da utilizzare per i vari collegamenti, sono caratterizzati dalla presenza dello schermo che rende il campo elettrico nullo al suo esterno. Analoga considerazione vale per gli elementi interni alla cabina, sia per i cavi in media tensione anch'essi schermati, sia per gli scomparti MT disposti all'interno di armadi metallici connessi a terra.

5. CONCLUSIONI

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

- a) in riferimento ai cavi interrati 3x1x185 mm², impiegati per la realizzazione dei collegamenti tra la cabina di consegna e il punto di connessione alla rete MT cabina primaria di TEANO e collegamento in "entra-esce" tra la stessa cabina alla linea 20 kV esistente di e-distribuzione, 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;
- b) in riferimento alla cabina di consegna la DPA **risulta 2m** (metodologia paragrafo 5.2.1 allegato al DM 29/5/2008).

TREND ENERGETICO SRL	Impianto fotovoltaico Industria del sole 3 Potenza di connessione di 6000 kW	RT.02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE 20 KV DI E-DISTRIBUZIONE Relazione tecnica campi elettrici e magnetici	Rev.00	Pag.12 di 12

Indice

1. PREMESSA	2
2.0 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
3. DETERMINAZIONE DELLE DPA DEL CAMPO MAGNETICO.....	5
3.1 GENERALITA'	5
3.2 CALCOLO DELLE DPA	6
4. CAMPI ELETTRICI.....	11
5. CONCLUSIONI.....	11