

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 131,7 MWp
*Comune di Ascoli Satriano (FG)***

PROPONENTE:

TEP RENEWABLES (FOGGIA 3 PV) S.R.L.
Viale Shakespeare, 71 – 00144 Roma
P. IVA e C.F. 04292570712 – REA RM - 1651669

PROGETTISTA:

ING. LAURA CONTI
Iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n. 1726

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Relazione campi elettromagnetici

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2564_4100_A3_AS_SIAVIA_R04_Rev 0_Relazione campi elettromagnetici	02/2022	Prima emissione	AFr	DCr	L. Conti

Gruppo di lavoro

Laura Maria Conti	Direzione Tecnica, iscritto all'albo dell'ordine professionale degli Ingegneri della Provincia di Pavia con n 1726
Corrado Pluchino	Project Manager, Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano n. A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni, Tecnico competente in acustica ambientale n. 71
Fabio Lassini	Progettazione Civile e Idraulica, Ordine degli ingegneri della Provincia di Milano n. A29719
Mauro Aires	Ingegnere strutturista, Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 9583J
Elena Comi	Biologo, Ordine Nazionale dei Biologi n. 60746
Andrea Fronteddu	Ingegnere Elettrico, Ordine degli Ingegneri di Cagliari n. 8788
Massimo Valagussa	Agronomo, Ordine Professionale dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali delle province di Como, Lecco e Sondrio al numero 130
Michele Pecorelli (Studio Geodue)	Geologo - Indagini Geotecniche Geodue, albo dell'ordine professionale dei Geologi della Puglia con n. 327
Giovanni Saraceno (3e Ingegneria Srl)	Progetto di Connessione alla R.T.N., Ingegneri della Provincia di Reggio Calabria con n. 1629
Andrea Grioni	Ingegnere Ambientale, Ordine degli ingegneri della Provincia di Milano n. A33178
Sebastiano Muratore	Archeologo, albo dell'ordine professionale degli operatori abilitati alla verifica preventiva dell'interesse archeologico presso il Ministero per i beni e le attività con n. 3113
Matteo Lana	Ingegnere Ambientale
Daniele Crespi	Coordinamento SIA
Marco Corrà	Architetto
Francesca Jaspardo	Esperto Ambientale
Sergio Alifano	Architetto
Andrea Fanelli	Tecnico Elettrico
Massimo Busnelli	Geologo
Giovanni Capocchiano	Rilievo topografico

INDICE

1. PREMESSA.....	4
1.1 INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO	5
1.2 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	7
1.3 CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....	8
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	13
3. DEFINIZIONI.....	16
4. CALCOLO DELLA DPA	20
4.1 CALCOLO DELLA DPA DELLA CABINA DI SMISTAMENTO E DELLE CABINE DI CAMPO	20
4.2 CALCOLO DELLE DPA PER GLI ELETTRODOTTI DI CONNESSIONE IN MEDIA TENSIONE	20

1. PREMESSA

La popolazione, in generale, è esposta 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 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.

Il presente documento è finalizzato alla esecuzione della valutazione dei campi elettromagnetici e relative fasce di rispetto, generati dall'esercizio di un impianto fotovoltaico di produzione di energia da fonte solare, di potenza di picco complessiva pari a 131,7 MWp, da realizzare nel comune di Ascoli Satriano. L'area di intervento per l'installazione dell'impianto risulta essere pari a circa 400 ha, di cui circa 205 ha recintati per l'installazione dell'impianto.

La tecnologia impiantistica prevede l'installazione di moduli fotovoltaici bifacciali che saranno installati su strutture mobili sospese (tracker) di tipo monoassiale mediante palo infisso nel terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 10.9 metri per consentire la coltivazione e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento.

L'area di impianto è costituita da tre macro gruppi, per un totale di 39 sottocampi:

- S1, con 2 sottocampi alimentati da una linea in partenza dalla cabina generale MT di connessione;
- S2, con 17 sottocampi alimentati da tre linee in partenza dalla cabina generale MT di connessione;
- S3, con 7 sottocampi alimentati da 6 linee in partenza da una cabina secondaria di smistamento MT, posizionata sul confine nord della sezione 3C e interconnessa con la cabina generale MT di sottostazione attraverso una linea di alimentazione.

Ad ogni sottocampo sarà associata una cabina di trasformazione MT/BT (cabina di campo), con una potenza nominale compresa tra 2000 e 6000 kVA. La distribuzione MT interna all'impianto sarà 30 kV.

L'impianto fotovoltaico sarà tecnicamente connesso in antenna a 150 kV alla sottostazione di trasformazione della RTN 380/150 kV di località "Deliceto" (FG).

Il progetto rientra nelle azioni relative alla produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili nell'ottica di una progressiva sostituzione dei combustibili fossili e della riduzione dei gas climalteranti, secondo quanto previsto dagli accordi internazionali in materia, le leggi italiane e i dispositivi di incentivazioni nazionali.

1.1 INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO

La zona nella quale sarà realizzato l'impianto è quella tipica del Tavoliere nel comune di Ascoli Satriano, caratterizzata da ampie aree pianeggianti modellate dall'azione antropica frutto dell'attività agricola.

L'area di intervento, compresa tra le località Barattelle, Sal di Mezzana e Sal di Collina si estende a est e ovest della strada statale SS 655 e risulta adeguatamente servita da infrastruttura viaria.

Il sito si inserisce nell'estesa valle del Torrente Carapelle e dei suoi tributari di sinistra che hanno generato gli ampi terrazzi in cui si inserisce l'area progettuale.

La morfologia dell'area interessata e di quella circostante la zona di intervento è variabile, con alternanza di ampie distese pianeggianti e aree con andamento collinare; l'altitudine dell'area di intervento è compresa fra 180 e 270 metri s.l.m., con moderata pendenza verso il torrente Carapelle.

L'impianto fotovoltaico è suddiviso in 3 macrosettori:

- S1: a ovest rispetto alla SS 655 e a nord rispetto alla SP 106;
- S2: a ovest rispetto alla SS 655 e a sud rispetto alla SP 106;
- S3 ("a" e "c") a est rispetto alla SS 655.

L'area in cui ricadrà l'impianto risulta coltivata essenzialmente a cereali in rotazione con ortaggi pertanto, come indicato nella relazione pedo-agronomica allegata al progetto, non si evidenzia una destinazione dei terreni a colture di particolare pregio.

La connessione dell'impianto è costituita da cavo interrato in AT che si sviluppa prevalentemente lungo viabilità pubblica SP120, strade vicinali e comunali e un piccolo tratto su proprietà privata per una lunghezza complessiva di circa 7.3 km. Il punto di connessione dell'impianto è la sottostazione di trasformazione 380/150 kV della RTN Terna S.p.A. denominata "Deliceto" localizzata nel comune di Deliceto (FG).



Figura 1.1: Localizzazione dell'area di intervento (arancio=impianto; magenta=connessione)

Le aree scelte per l'installazione dell'impianto Fotovoltaico sono interamente contenute all'interno di aree di proprietà privata Rif. "2564_4100_A3_AS_PD_T05_Rev0_Inquadramento_catastale_impianto" su cui TEP Renewables (Foggia 3 PV) S.r.l. ha acquisito il diritto di superficie.

La superficie in progetto è contrattualizzata mediante acquisizione del diritto di superficie su un'area di estensione pari a circa 400 ha, di cui circa 206 ha recintati per l'installazione dell'impianto.

L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed è facilmente raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

Attraverso la valutazione delle ombre si è cercato minimizzare e ove possibile eliminare l'effetto di ombreggiamento, così da garantire una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto. Si riporta in Figura 1.2 lo stato di fatto dell'area di progetto.

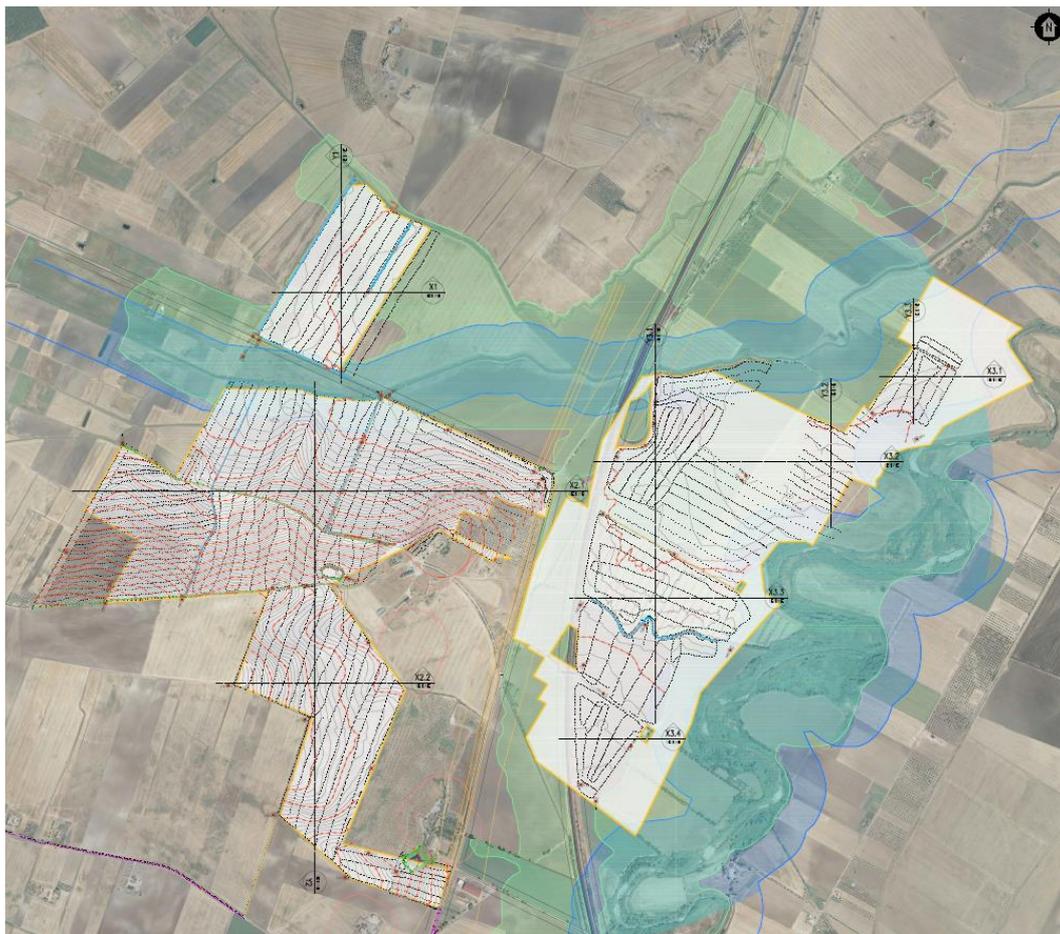


Figura 1.2: Stato di fatto dell'area di progetto

1.2 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico ha una potenza complessiva di 131.70 MW in DC e 110 MW in AC ed è così costituito:

- n.1 cabina di Utenza all'interno dell'area del campo FV (esclusa dalla relazione presente). Il collegamento alla RTN necessita della realizzazione di una stazione MT/AT di utenza che serve ad elevare la tensione di impianto di 30 kV al livello di 150 kV, per il successivo collegamento alla stazione di rete 380/150 kV di "Deliceto". Tale stazione consentirà la connessione di altri due impianti fotovoltaici, di altro produttore "Proenergy", che condivideranno l'unico trasformatore di stazione e il collegamento AT alla RTN. In allegato alla STMG si riporta l'accordo di condivisione della SE 150/30 kV di collegamento alla SE Terna di trasformazione della RTN 380/150 kV di Deliceto;
- n. 26 cabine di campo. Le cabine di campo avranno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata ed elevare la tensione da bassa a media tensione; esse saranno collegate tra di loro in configurazione radiale e in posizione più possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici in cui saranno convogliati i cavi provenienti dagli inverter distribuiti che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
- n.1 cabina secondaria MT di smistamento con tensione nominale 30 kV, connessa alla cabina generale MT di sottostazione e posizionata sul perimetro della sezione Sc3 di impianto; da tale cabina partono le linee di alimentazione verso i 7 sottocampi della sezione 3;

- i moduli fotovoltaici saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno tipo tracker fondate su pali infissi nel terreno con profilo IPE o a elica in base alle caratteristiche del terreno;
- L'impianto è completato da:
 - tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
 - opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

L'impianto dovrà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione).

Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

L'impianto elettrico di media tensione è stato previsto con distribuzione radiale. L'impianto di bassa tensione sarà realizzato in corrente alternata e continua. Per maggior dettaglio far riferimento all'elaborato "2564_4100_A3_AS_PDVIA_R06_Rev0_Relazione calcolo preliminare impianti"

1.3 CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto oggetto della presente relazione, è collegato alla rete elettrica nazionale con connessione trifase in alta tensione; ha una potenza pari a circa 131,7 MWp, suddivisa in 26 generatori, derivante da 241.644 moduli. Tali moduli sono ricompresi all'interno di un'area di proprietà recintata avente una superficie di circa 205 ha. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa della configurazione di impianto di progetto:

Tabella 1.1: Riepilogo dati tecnici di impianto

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	TEP RENEWABLES (FOGGIA 3 PV) S.R.L.
Luogo di installazione:	Ascoli Satriano (FG)
Denominazione impianto:	Foggia 3
Dati catastali area di progetto campo FV:	Foglio 13: particella 66 Foglio 19: particella 4 Foglio 20: particella 8 Foglio 23: particelle 1, 3, 26, 92, 93, 136 Foglio 24: particella 2, 19, 20, 21, 26, 32, 34, 35, 43, 49
Dati catastali linea di connessione:	SP 120 Foglio 28: particella 14, 635, 636, 633, 637 Strada comunale Foglio 42: particella 126, 420, 418
Area perimetro impianto fotovoltaico (ha)	205.9
Area catastale impianto fotovoltaico(ha)	400
Potenza di picco (MW _p):	131.7 MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. La morfologia è piuttosto regolare.
Connessione:	Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Tracker fissate a terra su pali
Inclinazione piano dei moduli:	+55° - 55°
Azimuth di installazione:	0°
Caratterizzazione urbanistico vincolistica:	Il Piano Urbanistico Generale del Comune di Ascoli Satriano colloca l'area di intervento in zona E, zona Produttiva di tipo

	Agricolo
Cabine Power Station:	n. 26 distribuite in campo
Cabina MT di smistamento	n. 1 Cabina secondaria MT di smistamento con tensione nominale 30 kV
Posizione cabina elettrica di connessione e distribuzione:	n. 1 Cabina Utenza di trasformazione MT/AT 30/150 kV interna al campo FV
Punto di connessione:	SE Terna Alta tensione 380/150 kV "Deliceto"
Coordinate:	41°14'.36.83"N 15°31'23.70"E Altitudine media 215 m s.l.m.

Come riportato nello schema unifilare, la distribuzione elettrica prevede la realizzazione di 5 rami di alimentazione a partire dalla cabina generale MT di connessione verso i sottocampi delle sezioni 1 e 2 e verso la cabina secondaria di smistamento della sezione 3; da quest'ultima partiranno 4 linee di alimentazione verso i sottocampi della sezione 3. Su ciascun ramo le cabine di campo saranno alimentate in configurazione Entra-Esci. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa delle cabine di campo e del relativo ramo di alimentazione:

Tabella 1.2: Configurazione cabine di conversione "Power Station"

ID.	RAMO	CABINA DI CAMPO	POTENZA AC (KVA)
1	1	CABINA DI CAMPO 2.1	6000
2	1	CABINA DI CAMPO 2.2	6000
3	1	CABINA DI CAMPO 2.3	6000
4	1	CABINA DI CAMPO 2.4	6000
5	1	CABINA DI CAMPO 2.5	6000
6	1	CABINA DI CAMPO 2.6	6000
7	2	CABINA DI CAMPO 2.7	6000
8	2	CABINA DI CAMPO 2.8	6000
9	2	CABINA DI CAMPO 2.9	6000
10	2	CABINA DI CAMPO 2.10	6000
11	2	CABINA DI CAMPO 2.11	6000
12	2	CABINA DI CAMPO 2.12	6000
13	3	CABINA DI CAMPO 2.13	6000
14	3	CABINA DI CAMPO 2.14	6000
15	3	CABINA DI CAMPO 2.15	6000
16	3	CABINA DI CAMPO 2.16	6000
17	3	CABINA DI CAMPO 2.17	6000
18	4	CABINA DI CAMPO 1.1	6000
19	4	CABINA DI CAMPO 1.2	6000
20	3.1	CABINA DI CAMPO 3A.1	2000
21	3.1	CABINA DI CAMPO 3A.2	2000
22	3.2	CABINA DI CAMPO 3B.1	4000
23	3.2	CABINA DI CAMPO 3B.2	2000
24	3.3	CABINA DI CAMPO 3C.1	6000
25	3.3	CABINA DI CAMPO 3C.2	4000
26	3.4	CABINA DI CAMPO 3C.3	6000

Si rimanda alle tavole di dettaglio per un'ulteriore comprensione ed inquadramento planimetrico delle aree d'impianto. Dalla lettura dello schema unifilare del presente progetto, è possibile riscontrare le informazioni e le caratteristiche impiantistiche dell'impianto fotovoltaico nonché dei suoi elementi.

La cabina secondaria di smistamento MT e tutte le CABINA DI CAMPO saranno connesse tramite linee interrate costituite da cavi in MT 30 kV in alluminio tipo ARG7H1RNR 18/30 kV.

In tali cabine di trasformazione avverrà il parallelo elettrico delle singole produzioni ed il successivo convogliamento verso le linee di connessione utente a 30 kV. Il resto della distribuzione sarà in corrente continua pertanto non sarà oggetto di analisi.

La linea di connessione AT, la sottostazione utente e la relativa sezione di trasformazione AT/MT con annessa cabina principale MT sono oggetto di specifica relazione di calcolo a loro dedicata.

Di seguito si riporta l'elenco delle linee in MT presenti in impianto e i relativi dati di impiego, quali correnti di esercizio, tensione, designazione e formazione cavi (con tipologia posa e calcolo della portata in conformità alla norma IEC 50522-2):

Tabella 1.3: Elenco linee elettriche e loro impiego

SEZIONE DI PARTENZA	RAMO DI ALIMENTAZIONE	COLLEGAMENTO DA:	COLLEGAMENTO A:	POTENZA APPARENTE NOMINALE	FORMAZIONE CAVO	LUNGHEZZA LINEA	SISTEMA DI DISTRIBUZIONE	CORRENTE DI IMPIEGO IB	PORTATA IZ (DECLASSATA)	CADUTA DI TENSIONE TOTALE (IB)	TIPO DI POSA	ISOLAMENTO	DESIGNAZIONE CAVO	MATERIALE CONDUTTORE	TEMPERATURA AMBIENTE	FATTORE DI DECLASSAMENTO IN PORTATA K
				[kW]		[m]		[A]	[A]	[%]					[°C]	
CABINA GENERALE MT SOTTOSTAZIONE	RAMO 1	CABINA GENERALE MT SOTTOSTAZIONE	CABINA DI CAMPO 2.1	36000	3x3x(1x400)	435	MT 30 kV - Neutro isolato	692.82	848.9	0,056	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
CABINA GENERALE MT SOTTOSTAZIONE	RAMO 2	CABINA GENERALE MT SOTTOSTAZIONE	CABINA DI CAMPO 2.7	36000	3x3x(1x400)	1345	MT 30 kV - Neutro isolato	692.82	848.9	0,174	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
CABINA GENERALE MT SOTTOSTAZIONE	RAMO 3	CABINA GENERALE MT SOTTOSTAZIONE	CABINA DI CAMPO 2.13	30000	3x3x(1x400)	2865	MT 30 kV - Neutro isolato	577.35	848.9	0,31	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
CABINA GENERALE MT SOTTOSTAZIONE	RAMO 4	CABINA GENERALE MT SOTTOSTAZIONE	CABINA DI CAMPO 1.1	12000	2x3x(1x400)	2800	MT 30 kV - Neutro isolato	230.94	582.58	0,181	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,64
CABINA GENERALE MT SOTTOSTAZIONE	RAMO 5	CABINA GENERALE MT SOTTOSTAZIONE	CABINA SECONDARIA MT SEZIONE 3	25999	2x3x(1x400)	4000	MT 30 kV - Neutro isolato	500.37	674.13	0,562	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
SEZIONE 2	RAMO 1	CABINA DI CAMPO 2.1	CABINA DI CAMPO 2.2	30000	3x3x(1x400)	475	MT 30 kV - Neutro isolato	577.35	866.77	0,108	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
SEZIONE 2	RAMO 1	CABINA DI CAMPO 2.2	CABINA DI CAMPO 2.3	24000	3x3x(1x400)	225	MT 30 kV - Neutro isolato	461.88	739.31	0,127	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
SEZIONE 2	RAMO 1	CABINA DI CAMPO 2.3	CABINA DI CAMPO 2.4	18000	3x3x(1x400)	435	MT 30 kV - Neutro isolato	346.41	739.31	0,155	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
SEZIONE 2	RAMO 1	CABINA DI CAMPO 2.4	CABINA DI CAMPO 2.5	12000	3x3x(1x400)	585	MT 30 kV - Neutro isolato	230.94	739.31	0,181	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
SEZIONE 2	RAMO 1	CABINA DI CAMPO 2.5	CABINA DI CAMPO 2.6	6000	3x3x(1x400)	590	MT 30 kV - Neutro isolato	115.47	739.31	0,193	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
SEZIONE 2	RAMO 2	CABINA DI CAMPO 2.7	CABINA DI CAMPO 2.8	3000	3x3x(1x400)	570	MT 30 kV - Neutro isolato	577.35	739.31	0,236	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
SEZIONE 2	RAMO 2	CABINA DI CAMPO 2.8	CABINA DI CAMPO 2.9	24000	3x3x(1x400)	980	MT 30 kV - Neutro isolato	461.88	739.31	0,321	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
SEZIONE 2	RAMO 2	CABINA DI CAMPO 2.9	CABINA DI CAMPO 2.10	18000	3x3x(1x400)	615	MT 30 kV - Neutro isolato	346.41	739.31	0,361	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
SEZIONE 2	RAMO 2	CABINA DI CAMPO 2.10	CABINA DI CAMPO 2.11	12000	3x3x(1x400)	440	MT 30 kV - Neutro isolato	230.94	739.31	0,38	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
SEZIONE 2	RAMO 2	CABINA DI CAMPO 2.11	CABINA DI CAMPO 2.12	6000	3x3x(1x400)	800	MT 30 kV - Neutro isolato	115.47	739.31	0,397	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
SEZIONE 2	RAMO 3	CABINA DI CAMPO 2.13	CABINA DI CAMPO 2.14	24000	3x3x(1x400)	825	MT 30 kV - Neutro	461.88	739.31	0,381	Single-core cables buried in	EPR	ARG7H1RNR	ALLUMINIO	30	0,62

							isolato				the ground		18/30 kV			
SEZIONE 2	RAMO 3	CABINA DI CAMPO 2.14	CABINA DI CAMPO 2.15	18000	3x3x(1x400)	530	MT 30 kV - Neutro isolato	346,41	739,31	0,415	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
SEZIONE 2	RAMO 3	CABINA DI CAMPO 2.15	CABINA DI CAMPO 2.16	12000	3x3x(1x400)	365	MT 30 kV - Neutro isolato	230,94	739,31	0,439	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
SEZIONE 2	RAMO 3	CABINA DI CAMPO 2.16	CABINA DI CAMPO 2.17	6000	3x3x(1x400)	885	MT 30 kV - Neutro isolato	115,47	739,31	0,458	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,62
SEZIONE 1	RAMO 4	CABINA DI CAMPO 1.1	CABINA DI CAMPO 1.2	6000	3x2x(1x400)	325	MT 30 kV - Neutro isolato	115,47	620,34	0,202	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,9
CABINA SECONDARIA MT SEZIONE 3	RAMO 3.1	CABINA GENERALE MT SEZIONE 3	CABINA DI CAMPO 3A.1	4000	3x(1x400)	865	MT 30 kV - Neutro isolato	76,79	267,68	0,600	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,57
CABINA GENERALE MT SEZIONE 3	RAMO 3.2	CABINA GENERALE MT SEZIONE 3	CABINA DI CAMPO 3B.1	6000	3x(1x400)	180	MT 30 kV - Neutro isolato	115,47	267,68	0,574	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,57
CABINA GENERALE MT SEZIONE 3	RAMO 3.3	CABINA GENERALE MT SEZIONE 3	CABINA DI CAMPO 3C.1	10000	3x2x(1x400)	685	MT 30 kV - Neutro isolato	192,45	518,36	0,600	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,57
CABINA GENERALE MT SEZIONE 3	RAMO 3.4	CABINA GENERALE MT SEZIONE 3	CABINA DI CAMPO 3C.3	6000	3x(1x400)	1150	MT 30 kV - Neutro isolato	115,47	267,68	0,637	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,57
SEZIONE 3A	RAMO 3.1	CABINA DI CAMPO 3A.1	CABINA DI CAMPO 3A.2	2000	3x(1x400)	621	MT 30 kV - Neutro isolato	38,49	267,68	0,613	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,67
SEZIONE 3B	RAMO 3.2	CABINA DI CAMPO 3B.1	CABINA DI CAMPO 3B.2	2000	3x(1x400)	220	MT 30 kV - Neutro isolato	38,49	267,68	0,579	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,67
SEZIONE 3C	RAMO 3.3	CABINA DI CAMPO 3C.1	CABINA DI CAMPO 3C.2	4000	3x2x(1x400)	880	MT 30 kV - Neutro isolato	76,98	620,34	0,619	Single-core cables buried in the ground	EPR	ARG7H1RNR 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,67

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi vengono riportati nella tabella che segue:

Tabella 2.1 - Riferimenti normativi

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
Raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999	Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0Hz a 300Ghz
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)
Circolare del Ministero dell'Ambiente del 15/11/2004	la Protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. Determinazione fasce di rispetto

La Legge Quadro ha demandato la definizione dei limiti di esposizione per la popolazione al decreto attuativo DPCM 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”.

Tabella 2.2: Limiti di esposizione – DPCM 8 Luglio 2003

Tabella 1: Limiti di esposizione – DPCM 8 luglio 2003		
	Intensità di campo elettrico E (kV/m)	Induzione Magnetica B (μ T)
Limite di esposizione * (da non superare mai)	5 ***	100
Valore di attenzione ** (da non superare in ambienti abitativi e comunque nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore)	-	10
Obiettivo di qualità ** (da non superare per i nuovi elettrodotti o le nuove abitazioni in prossimità di elettrodotti esistenti)	-	3
Note: * Valori efficaci ** Mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio *** Il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m.		

Come indicato dalla Legge 36/2001, il limite di esposizione non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione, mentre il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità si intendono riferiti alla mediana giornaliera dei valori in condizioni di normale esercizio.

Inoltre, 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 36/2001 (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 suddetta metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA): 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.

Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

3. 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. È 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 corrente (J).

È definita come il flusso di corrente attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. È espressa in ampere per metro quadro (A/m²).

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 $1A \cdot m^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} T$.

Densità di potenza (S).

Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte, per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed è espressa in watt per metro quadro (W/m²).

Assorbimento specifico di energia (SA).

Si definisce mediante l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in joule per chilogrammo (J/kg). Nella presente raccomandazione il termine si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR).

Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa del tessuto corporeo ed è espresso in watt per chilogrammo (W/kg). Il SAR riferito a tutto il corpo è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi all'esposizione a RF. Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a speciali condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF nella gamma inferiore di MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

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.

Campata

La campata è l'elemento minimo di una linea elettrica; è sottesa tra due sostegni o tra un sostegno e un portale (ultimo sostegno già all'interno dell'impianto).

Sostegni

Il sostegno è l'elemento di supporto meccanico della linea aerea in conduttori nudi o in cavo. I sostegni, i sostegni porta terminali ed i portali possono essere costituiti da pali o tralicci.

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 I 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)

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. 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 μ T** per l'induzione magnetica e **5 kV/m** per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

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;

Limiti di base

Le limitazioni all'esposizione ai campi elettrici magnetici ed elettro-magnetici variabili nel tempo, che si fondano direttamente su effetti accertati sulla salute e su considerazioni di ordine biologico, sono denominate «limiti di base». In base alla frequenza del campo, le quantità fisiche impiegate per specificare tali limitazioni sono: la densità di flusso magnetico (B), la densità di corrente (J), il tasso di assorbimento specifico di energia (SAR), e la densità di potenza (S). La densità di flusso magnetico e la densità di potenza negli individui esposti possono essere misurate rapidamente.

Livelli di riferimento.

Questi livelli sono indicati a fini pratici di valutazione dell'esposizione in modo da determinare se siano probabili eventuali superamenti dei limiti di base. Alcuni livelli di riferimento sono derivati dai limiti di base fondamentali attraverso misurazioni e/o tecniche informatiche e alcuni livelli di riferimento si riferiscono alla percezione e agli effetti nocivi indiretti dell'esposizione ai campi elettromagnetici. Le quantità derivate sono: l'intensità di campo elettrico (E), l'intensità di campo magnetico (H), la densità del flusso magnetico (B), la densità di potenza (S) e la corrente su un arto (IL). Le grandezze che si riferiscono alla percezione e agli altri effetti indiretti sono la corrente (di contatto) (I_c) e, per i campi pulsati, l'assorbimento specifico di energia (SA). In qualunque situazione particolare di esposizione, i valori misurati o calcolati di una delle quantità sopra citate possono essere raffrontati al livello di riferimento appropriato. L'osservanza del livello di riferimento garantirà il rispetto delle restrizioni fondamentali corrispondenti. Se il valore misurato supera il livello di riferimento, non ne consegue necessariamente che sia superata la restrizione fondamentale. In tali circostanze, tuttavia, vi è la necessità di definire se il limite di base sia o meno rispettato.

4. CALCOLO DELLA DPA

Si è proceduto al calcolo della Distanze di Prima Approssimazione (DPA) dalle linee elettriche di impianto e dai cabinati di trasformazione e connessione, quali la cabina MT della sezione 3 e le cabine di campo. Gli elementi sopra descritti sono tutti caratterizzati da una tensione massima nominale di 30 kV in AC e 1500 V in DC. Tale valutazione si riferisce esclusivamente alla fase di esercizio dell'impianto in quanto durante la realizzazione e dismissione i campi daranno nulli data l'assenza di tensione nei circuiti.

4.1 CALCOLO DELLA DPA DELLA CABINA DI SMISTAMENTO E DELLE CABINE DI CAMPO

In merito alla valutazione delle distanze di prima approssimazione nei cabinati power station e nelle cabine MT si è considerata la distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina stessa in quanto le stesse al loro interno non sono considerate luogo di lavoro stabile ma occupato dal personale tecnico in modo saltuario durante la manutenzione che perlopiù avverranno in assenza di tensione.

Tali DPA sono state valutate impiegando la formula semplificata indicata nell'Allegato al Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti". La DPA va quindi calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale in bassa tensione in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) mediante la seguente formula di calcolo:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

Per le cabine di media tensione, come nel caso della cabina generale MT della sezione 3, la DPA da considerare è quella relativa alla linea MT entrante/uscente dalla stessa.

Per tale cabina MT è stato preso come riferimento un diametro equivalente del cavo pari a 110 mm e una corrente MT massima pari a circa 576 A; la corrispondente DPA sarà pertanto pari a 3,09 m.

In riferimento alle cabine di trasformazione MT/BT, data la diversa tipologia presente all'interno dell'impianto, è stata considerata nel calcolo quella caratterizzata da una maggiore corrente BT; pertanto la Power Station di taglia maggiore (6000 kVA).

Per tale cabina si è preso come riferimento il diametro equivalente reale del cavo al secondario dei trasformatori pari a circa 130 mm e la corrente massima in BT, pari a 4335 A.

Dalla applicazione della equazione sopra riportata si desume una DPA di circa 8,67 m, all'esterno della quale il campo di induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità di 3 μ T.

4.2 CALCOLO DELLE DPA PER GLI ELETTRODOTTI DI CONNESSIONE IN MEDIA TENSIONE

Nella tabella di pagina 12 sono riepilogate le linee elettriche in merito, alla tipologia di posa ed alla corrente di impianto quali elementi considerati nella verifica delle DPA

In merito al calcolo delle DPA delle linee in media tensione è stato preso come riferimento il tratto di linea interno all'impianto dalla maggior intensità di corrente; nel caso di specie si tratta della linea interna al campo che collega la cabina generale MT di sottostazione alla cabina generale MT della sezione 3, caratterizzato da una corrente di circa 576 A.

La stima delle DPA per le linee in MT è stata valutata secondo il DM 29 maggio 2008 preliminarmente attraverso l'utilizzo del metodo semplificato riportato al paragrafo 6.2 della norma CEI 106-11 e successivamente attraverso l'utilizzo del metodo bidimensionale (che applica la legge di Biot e Savart); quest'ultimo tiene conto in modo cautelativo anche della sovrapposizione dei campi in caso di parallelismi.

La premessa al calcolo è:

- La corrente considerata è quella massima di erogazione dell'impianto fotovoltaico alla tensione di esercizio nominale
- La profondità di posa è quella di progetto 1 m
- Le correnti si considerano equilibrate tra loro

Di seguito si riportano i risultati del calcolo delle DPA dei tratti considerati con i vari modelli, quali attraversati dalla maggior intensità di corrente e pertanto rappresentativi di tutte le linee elettriche in MT presenti nel campo fotovoltaico.

Tabella 4.1: Linea MT maggiormente rappresentative

COLLEGAMENTO DA	COLLEGAMENTO A	TENSIONE NOMINALE [KV]	DISTANZA TRA LE FASI [MM]	PROFONDITÀ DEI CAVI DAL PIANO DI CALPESTIO [M]	INTENSITÀ DI CORRENTE [A]
Da cabina generale MT	Cabina MT Sezione 3	30	110	1	576

Il metodo semplificato per il calcolo dell'induzione magnetica per linee in cavo interrato a semplice terna, riportato al paragrafo 6.2.3 della norma CEI 106-11, prevede l'utilizzo della seguente relazione (specifica per cavi interrati a trifoglio):

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad [\mu T]$$

Da tale formula si ricava il valore della distanza per la quale è garantita un'induzione magnetica inferiore ai 3 μT che coincide con l'obiettivo di qualità imposto dalla norma per gli effetti a lungo termine:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [m]$$

Per cavi interrati il valore del raggio a induzione magnetica costante pari a 3 μT calcolato al livello del suolo è pari a:

$$R_0 = \sqrt{0,082 \cdot S \cdot I - d^2} \quad [m]$$

Nel caso in esame, per quanto riguarda il tratto di linea che collega la cabina generale MT alla cabina secondaria di smistamento il raggio R_0 è pari a 2,05 m. Arrotondando tale valore per eccesso la distanza dall'asse verticale dell'elettrodotto per il quale è garantito l'obiettivo di qualità di 3 μT è pari a 3 m.

Nella seguente tabella si riporta la stima del campo di induzione magnetica indotto dalla linea presa in esame con il metodo bidimensionale (calcolo estremamente cautelativo essendo riferito ad un caso generico di linea percorsa da corrente nel vuoto).

Tabella 4.2: Stima della induzione magnetica

DISTANZA STIMA DAL SUOLO (M)	DALL'ASSE POSTO AL LIVELLO DEL PUNTO DI CALPESTIO (M)	INDUZIONE MAGNETICA B (COLLEGAMENTO DA CABINA GENERALE MT A CABINA SECONDARIA MT) [μT]
1		115,2
2		57,6292
3		38,4195

4	28,8146
5	23,0517
10	11,5258
20	5,7629
30	3,8419
40	2,8815

Nota: R0 è il valore di distanza oltre il quale il valore dell'induzione magnetica scende al di sotto dei 3 μT

I dati riportati in tabella evidenziano che alla distanza di 1 m dall'asse dell'elettrodotto è superato il limite di esposizione di 100 μT . In ragione di questo le terne di cavi MT del tratto considerato saranno posate ad una profondità pari a 1,2 m per il quale il corrispondente valore di induzione magnetica B è pari a 99,19 μT , al di sotto del limite di esposizione di 100 μT .

Analizzando i calcoli sopra esposti emerge che l'obiettivo di qualità di 3 μT imposto per la protezione degli effetti a lungo termine è raggiunto a circa 40 metri dalla sorgente.

Il calcolo normalizzato sopra riportato essendo riferito all'induzione generata da una linea nel vuoto percorsa da corrente non tiene conto dell'interramento delle linee ed è pertanto da considerarsi estremamente cautelativo.

In ogni caso l'impianto fotovoltaico durante l'esercizio ordinario non prevede la presenza continuativa di personale di sorveglianza o addetto alla manutenzione ordinaria. È esclusa pertanto l'eventuale esposizione ai campi elettromagnetici.