



REGIONE PUGLIA



COMUNE DI CARAPELLE

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA P=36,083 MWp CIRCA E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Nome impianto **CAR01**
Comune di Carapelle, Regione Puglia

PROGETTO DEFINITIVO

Codice pratica: **WPBM6T0**

N° Elaborato: **RT07**



ELABORATO:

RELAZIONE CAMPI / IMPATTO Elettromagnetico

COMMITTENTE:

LT 04 s.r.l.
Anello Nord 25 ,39031 Brunico (BZ)
p.iva: 08527550720

PROGETTISTI:

Ing. Alessandro la Grasta

Ing. Luigi Tattoli



PROGETTAZIONE:



LT SERVICE s.r.l.
via Trieste n°30, 70056 Molfetta (BA)
tel: 0803346537
pec: studiotecnicoit@pec.it

File: WPBM6T0_DocumentazioneSpecialistica_36.pdf

Folder: WPBM6T0_DocumentazioneSpecialistica.zip

REV.	DATA	SCALA	FORMATO	NOME FILE	DESCRIZIONE REVISIONE
00	30/04/2024				PRIMA EMISSIONE

1. PREMESSA	2
1.1 OGGETTO DEL DOCUMENTO	2
1.2 DESCRIZIONE IMPIANTO	2
1.3 UBICAZIONE IMPIANTO E OPERE DI CONNESSIONE	5
1.4 INFO E CONTATTI	9
2. CAMPI ELETTROMAGNETICI	10
2.1 GENERALITA'	10
2.2 NORME DI RIFERIMENTO	12
2.3 DEFINIZIONI	14
2.4 VALORI LIMITE	17
3. SORGENTI DI EMISSIONE	20
3.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO E SISTEMA DI CONVERSIONE DC/AC	20
3.2 CABINA DI TRASFORMAZIONE BT/AT (SHELTER), CABINA DI SMISTAMENTO/SERVIZIO E CABINA DI CONSEGNA	21
3.3 LINEE ELETTRICHE 36 KV	26
3.3.1 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI - TRATTO "L07"	28
4. CONCLUSIONI	34

1. PREMESSA

1.1 OGGETTO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è di valutare le emissioni elettromagnetiche generate dalle apparecchiature elettriche dell'impianto e dalle infrastrutture di rete, al fine di verificare il rispetto dei limiti di Legge e dei relativi Decreti attuativi, relative all'iniziativa consistente nella **realizzazione di un impianto Agrivoltaico, denominato "CAR01" che si pone l'obiettivo di combinare sulla medesima superficie agricola la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili con l'attività agronomica consistente nella realizzazione di un oliveto super intensivo.**

Nel caso di specie si terrà conto delle emissioni elettromagnetiche generate dalla cabine elettriche e dai cavidotti e si individueranno le distanze di prima approssimazione secondo quanto stabilito dal Decreto 29 maggio 2008 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

1.2 DESCRIZIONE IMPIANTO

L'impianto di produzione da fonte fotovoltaica, installato su tracker monoassiali E-O, avrà una potenza di picco di 36,083 MWp e sarà ubicato nell'agro del Comune di Carapelle (FG) in località Bonassisi su una superficie recintata complessiva di circa 47,27 ha.

Le caratteristiche dimensionali dell'impianto sono di seguito riepilogate:

CAR01	
POTENZA TOTALE [kWp]	36083
NUMERO DI MODULI	60138
POTENZA MODULO FOTOVOLTAICO [Wp]	600
NUMERO DI TRACKER DA 56 MODULI	1091
NUMERO DI TRACKER DA 28 MODULI	131
NUMERO DI SHELTER	5
NUMERO DI INVERTER	89
NUMERO DI STRINGHE	2313
SUPERFICIE RIFLETTENTE [Ha]	15,54
SUPERFICIE TERRENI OPZIONATI [ha]	60,8690
SUPERFICIE RECINTATA TOTALE [ha] (Stot)	47,2731
PERIMETRO RECINTATO [m]	3108
DISTANZA DELLA RECINZIONE DAI CONFINI [m]	5
DISTANZA IMPIANTO DAI CONFINI [m]	10
SUPERFICI AGRICOLE	
SUPERFICIE DESTINATA A OLIVETO INTERNA ALLA RECINZIONE [ha]	2,89
SUPERFICIE ESISTENTE COLTIVATA A OLIVETO INTERNA ALLA RECINZIONE [ha]	1,79
SUPERFICIE COLTIVATA AD OLIVETO TRA I FILARI DEI MODULI [ha]	26,45
SUPERFICIE COLTIVATA A PRATO PERMANENTE ALL'INTERNO DELL'AREA RECINTATA [ha]	15,54
SUPERFICIE TOTALE DESTINATA ALL'AGRICOLTURA ALL'INTERNO DELL'AREA RECINTATA [ha] (<i>Sagricola</i>)	46,67
NUMERO DI ALBERI	
Numero di alberi d'olivo all'interno della superficie recintata	23474
Numero di alberi (lentisco, ilatro comune e alaterno) disposti parallelamente alla recinzione	9324
Numero di alberi totale	32798
SUPERFICIE DELL'IMPIANTO FV (superficie recintata - superficie coltivata) [ha]	16,14
LUNGHEZZA VIABILITA' PERIMETRALE [m]	3108
LARGHEZZA VIABILITA' PERIMETRALE [m]	5
AREA VIABILITA' PERIMETRALE [ha]	1,554
LUNGHEZZA VIABILITA' INTERNA 5m [m]	1548
AREA VIABILITA' INTERNA 5m [ha]	0,774
NUMERO PIAZZALI SHELTER	5
AREA PER PIAZZALI PER CABINE [ha]	0,0675

Tabella 1 Caratteristiche dimensionali impianto fotovoltaico

Gli elementi tecnici inclusi nella presente relazione riguardano l'impianto fotovoltaico e la sottostazione elettrica ovvero:

Impianto fotovoltaico

- Moduli fotovoltaici;

- Inverter di stringa
- Quadri di parallelo inverter;
- Shelter pre-assemblati a 36 kV;
- Strutture di sostegno dei moduli (Tracker monoassiali);
- Cabine di Servizio / Vano Tecnico;
- Trasformatore AT/BT;
- Cavidotti BT;
- Cavidotti AT di collegamento alla Cabina di Sezionamento/Smistamento alla SE RTN 36 kV;
- Quadro AT;
- Quadri BT;

e più in dettaglio l'impianto si comporrà di:

- ✓ **60.138 moduli fotovoltaici bifacciali** in silicio cristallino di potenza massima unitaria pari a 600 Wp, installati su tracker monoassiali da 2x26 e 1x26 moduli installati in modalità portrait;
- ✓ **1.222 tracker monoassiali**;
- ✓ **2.313 stringhe** composte da 26 moduli da 600 Wp aventi tensione di stringa 958V @20°C, corrente di stringa 19,64 A;
- ✓ **87 inverter di stringa 320 kW @ 1.500V - 0,8 kV**;
- ✓ **2 inverter di stringa 225 kW @ 1.500V - 0,8 kV**;
- ✓ **5 shelter 20ft pre-assemblati 0,8/36 kV** dotati di quadri di parallelo inverter, sistema di trasformazione MT/BT, trasformatore ausiliari, protezione MT e BT, di potenza complessiva compresa tra 4480 e 6400 kVA
- ✓ **1 Cabina di Sezionamento/Smistamento (Cabina "AUX")** in cui a) si convoglia l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico proveniente dai 5 shelter alla SE RTN Terna e b) sarà presente il vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari c) saranno ubicati quadri BT / TLC, vano

control room, vano deposito;

- ✓ **1 Cabina di Consegna** in cui vengono installati i misuratori di energia elettrica prima che l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico venga convogliata a Terna;
- ✓ **1 terna AT @36kV** in cavo interrato attraverso cui l'energia prodotta viene trasferita alla SE RTN TERNA;
- ✓ **Apparecchiature elettriche di protezione e controllo** in AT, MT, BT;

L'energia prodotta verrà convogliata, mediante una terna di cavi AT 36kV interrati su strada provinciale, strada interpodereale e terreni agricoli privati lungo i confini di proprietà, in modo da non interferire con le pratiche agricole, tramite connessione in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della SE della RTN denominata "Manfredonia" (Codice pratica 202201347).

1.3 UBICAZIONE IMPIANTO E OPERE DI CONNESSIONE

L'impianto fotovoltaico CER03 sarà ubicato nell'agro del **Comune di Carapelle (FG)** in località Bonassisi su una superficie recintata complessiva di circa 47,27 ha avente destinazione agricola "E" secondo il vigente piano urbanistico.

Le coordinate dell'area d'impianto sono:

Lat. 41.388924

Lon. 15.760411

Elevazione 36 m etri

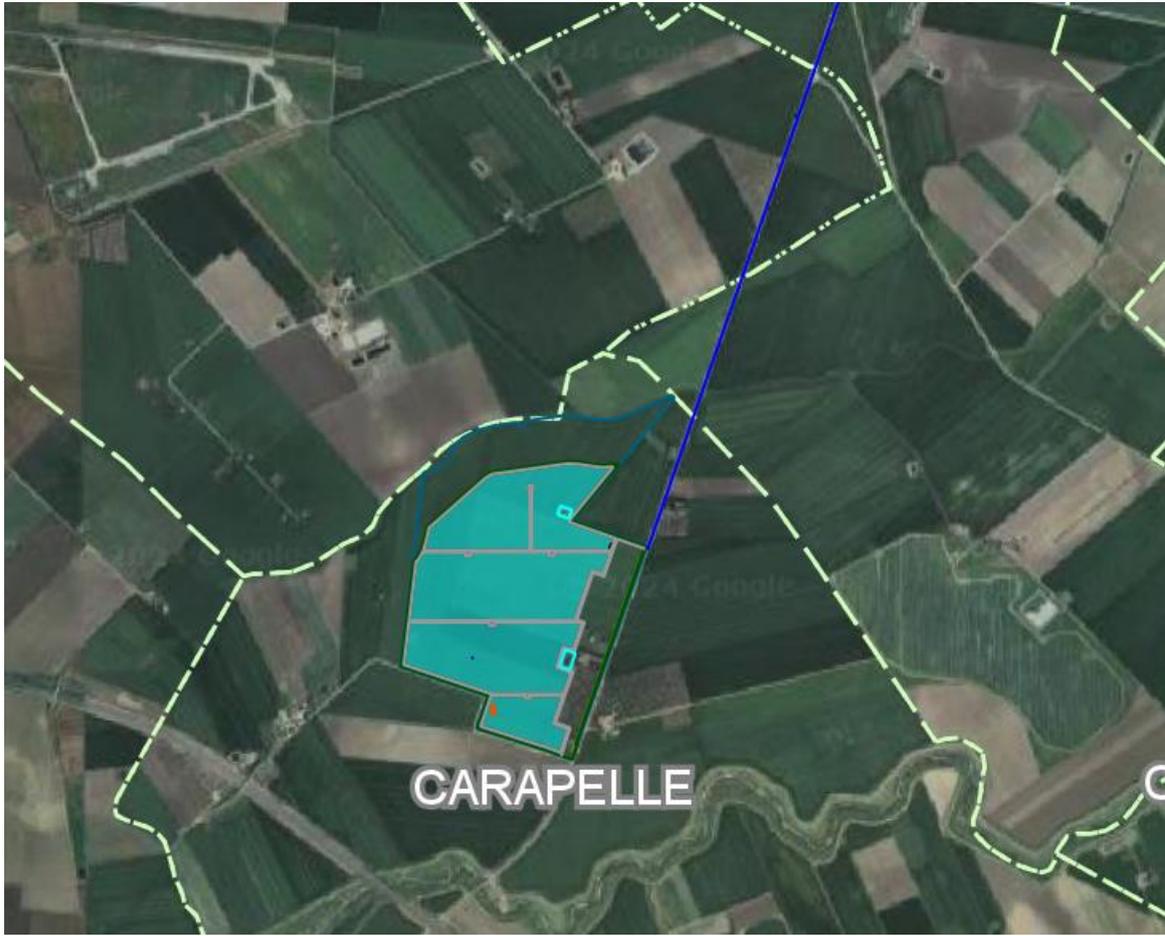


Figura 1 Inquadramento su ortofoto impianto agrivoltaico

Il futuro ampliamento della stazione elettrica RTN ("SE") denominata "Manfredonia" per la connessione in antenna a 36 kV, come richiesto da Terna, sarà ubicata nel territorio del Comune di Manfredonia poco distante dalla SE esistente ed è individuato dalle coordinate geografiche Lat. 41°27'3.41"N e Long. 15°45'4.85"E ed è posta a quota 23 m s.l.m.

Il collegamento del cavidotto a 36 kV dall'impianto all'ampliamento della SE RTN Manfredonia avverrà tramite la realizzazione di un'area avente una superficie di 1.014 mq ove verrà ubicata la cabina di consegna ("CS") avente dimensioni 17,50 x 4,60 m nella quale verranno ubicate le apparecchiature elettromeccaniche di protezione e misura dell'energia prima dell'immissione in rete.

L'accesso alla CS è previsto dalla S.P. 80 mediante la realizzazione di una piazzola di accesso alla CS sulla quale si richiederà una servitù di passaggio che consenta un accesso più agevole mediante compattazione del terreno e posa di uno o più strati, laddove necessario, di pietrame a pezzatura variabile e brecciolino opportunamente costipati.



Figura 2 Inquadramento territoriale opere di connessione su ortofoto

1.4 INFO E CONTATTI

La società promotrice dell'iniziativa e i progettisti incaricati sono rispettivamente:

LT 04 Srl

39031 Brunico (BZ)

Anello Nord 25

lt04srl@legalmail.it

Ing Alessandro la Grasta

70056 Molfetta (BA)

Via Vittorio Emanuele II 28

Email: info@ltservice.net

Pec: studiotecnicolt@pec.it

Tel: +39 3401706888

Ing Luigi Tattoli

70056 Molfetta (BA)

Via Vittorio Emanuele II 28

Email: info@ltservice.net

Pec: studiotecnicolt@pec.it

Tel: +39 3403112803

2. CAMPI ELETTROMAGNETICI

2.1 GENERALITA'

Ogni fenomeno in cui sia presente l'elettricità, in forma di corrente o di tensione, comporta la presenza nello spazio circostante di un campo elettrico e/o magnetico.

I cavi e le apparecchiature in tensione (quindi anche con apparecchiature non funzionanti) producono campi elettrici la cui intensità viene misurata in volt al metro (V/m) o in chilovolt al metro (kV/m) mentre la circolazione di corrente (apparecchiature funzionanti) comporta la formazione di campi magnetici la cui intensità si misura in ampere al metro (A/m), ma è spesso espressa in termini di una grandezza corrispondente, l'induzione magnetica, che si misura in tesla (T), millitesla (mT) o microtesla (μ T).

L'intensità dei campi elettrici raggiunge il suo massimo in corrispondenza della sorgente, è proporzionale alla tensione, si riduce proporzionalmente con la distanza e i materiali comuni (come legno, metallo ecc) ne costituiscono uno schermo, mentre i campi magnetici raggiungono il loro massimo in corrispondenza della sorgente, sono proporzionali alla corrente ma, a differenza dei campi elettrici, i materiali comuni non ne costituiscono uno schermo.

Questi campi elettromagnetici possono avere effetti dannosi sulle persone e sono stati battezzati comunemente come "elettrosmog".

L'elettrosmog viene quindi prodotto dai campi elettrici e magnetici generati da frequenza industriale, radiofrequenze e microonde, appartenenti alla sezione non ionizzante (NIR) dello spettro elettromagnetico.

Sono sempre esistiti campi EM di origine naturale, come quelli prodotti dai fulmini, la terra stessa (la forza che sposta l'ago della bussola), l'atmosfera ed il sole, che emette radiazioni IR, luce visibile e radiazioni UV.

A campi elettromagnetici di origine naturale si sono però aggiunti, al passo con il progresso tecnologico, i campi prodotti dalle sorgenti legate all'attività dell'uomo dovuti ai conduttori di energia elettrica (elettrodotti ad alta, media e bassa tensione), gli impianti radar e di emittenza radio televisiva, i ponti radio televisivi e per telefonia mobile (stazioni radio base), nonché, anche se in misura minore, gli elettrodomestici, i telefoni cellulari e così via.

La caratteristica fondamentale che distingue i vari campi elettromagnetici e ne determina le proprietà è la frequenza (Hz), che rappresenta il numero di oscillazioni effettuate dall'onda in un secondo (unità di tempo). Strettamente connessa con la frequenza è la lunghezza d'onda, che è la distanza percorsa dall'onda durante un tempo di oscillazione e corrisponde alla distanza tra due massimi o due minimi dell'onda. Queste due grandezze, oltre ad essere tra loro legate, sono a loro volta connesse con l'energia trasportata dall'onda: l'energia associata alla radiazione elettromagnetica è infatti direttamente proporzionale alla frequenza dell'onda stessa.

Quando un'onda elettromagnetica incontra un ostacolo penetra nella materia e deposita la propria energia producendo una serie di effetti diversi a seconda della sua frequenza.

Sulla base di questo, lo spettro elettromagnetico viene suddiviso in una sezione ionizzante, comprendente raggi X e raggi gamma, aventi frequenza molto alta (> 3000 THz) e dotati di energia sufficiente per ionizzare direttamente atomi e molecole, ed una non ionizzante (NIR), le cui radiazioni non trasportano un quantitativo di energia sufficiente a produrre la rottura dei legami chimici e produrre ionizzazione.

Le NIR oggetto della nostra attenzione in quanto sorgenti di elettrosmog sono quelle aventi frequenze che vanno da 0 a 300 GHz, che possono a loro volta venire suddivise in:

- campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse (ELF);
- radiofrequenze (RF);
- microonde (MO);

DENOMINAZIONE		SIGLA	FREQUENZA	LUNGHEZZA D'ONDA
FREQUENZE ESTREMAMENTE BASSE		ELF	0 - 3kHz	> 100Km
FREQUENZE BASSISSIME		VLF	3 - 30kHz	100 - 10Km
RADIOFREQUENZE	FREQUENZE BASSE (ONDE LUNGHE)	LF	30 - 300kHz	10 - 1Km
	MEDIE FREQUENZE (ONDE MEDIE)	MF	300kHz - 3MHz	1Km - 100m
	ALTE FREQUENZE	HF	3 - 30MHz	100 - 10m
	FREQUENZE ALTISSIME (ONDE METRICHE)	VHF	30 - 300MHz	10 - 1m
MICROONDE	ONDE DECIMETRICHE	UHF	300MHz - 3GHz	1m - 10cm
	ONDE CENTIMETRICHE	SHF	3 - 30GHz	10 - 1cm
	ONDE MILLIMETRICHE	EHF	30 - 300GHz	1cm - 1mm

Tabella 2 Suddivisione campo frequenze

Come già citato in precedenza, per i campi elettrici, poiché la maggior parte dei materiali costituisce un valido schermo ai medesimi come ad esempio nei cavi interrati la presenza dello schermo e la vicinanza dei conduttori delle fasi rende il suddetto campo elettrico nullo (così come la presenza delle opere civili, le recinzioni, alberi e ogni altro schermo metallico dei quadri), i valori generati sono entro i valori limite e si può ritenere che in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito il rispetto dei valori come da normativa vigente indipendentemente dalla loro distanza dall'elettrodotto pertanto, restano da analizzare i soli campi magnetici.

2.2 NORME DI RIFERIMENTO

- L. n. 36 del 22/02/2001: "Legge Quadro sulla protezione delle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;

- D.P.C.M. 8 luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- D.M. 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008: "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti";
- D. Lgs. n. 257 del 19/11/2007: "Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)";
- D. Lgs. n. 81 del 09/04/2008 e ss.mm.ii.: "Attuazione dell'articolo 1 della Legge n. 123 del 03/08/2007, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D. Lgs. 159/2016: "Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE";
- CEI 11-17: "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo";
- CEI 11-60: "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore a 100 kV";
- CEI 20-21: "Calcolo della portata di corrente" (IEC 60287);
- 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: linee elettriche aeree e in cavo";
- CEI 211-4: "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- ENEL: Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29/05/2008 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);

2.3 DEFINIZIONI

Si riportano le definizioni riportate nell'allegato al D.M. 29 maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti:

- **Corrente**

Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

- **Portata in corrente in servizio normale**

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 e sue successive modifiche e integrazioni.

Ai sensi dell'art.6 comma 1 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, la corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata":

- Per le linee con tensione >100 kV, è definita dalla norma CEI 11-60;

- Per gli elettrodotti aerei con tensione < 100 kV, i proprietari/gestori fissano la portata in corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori;

- Per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 come portata in regime permanente;

- **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 CEU 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.

- **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.

- **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, 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.

- **Valore di attenzione**

A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine eventualmente connessi con le esposizioni ai campi generati alle suddette frequenze (50 Hz) all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari, si assumono i valori di attenzione indicati nella tabella 2

Tabella 2	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m ²)
Valori di attenzione 0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz-300 GHz)

Tab.3 Valori di attenzione

2.4 VALORI LIMITE

Scopo della presente indagine è quello di valutare preliminarmente l'esposizione, della persone eventualmente presenti nell'area dell'impianto o nelle zone limitrofe, al campo elettrico e magnetico generato dall'impianto fotovoltaico nel rispetto della Legge Quadro (L. 36 del 22.02.2001) sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, e la potenziale esposizione dei lavoratori in conformità al D. Lgs. 81/08.

Ai fini dell'applicazione della presente legge si assumono le seguenti definizioni:

a) esposizione: è la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;

b) limite di esposizione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori;

c) 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;

d) obiettivi di qualità: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai CEM anche per la protezione da possibili effetti di lungo periodo.

Il D.P.C.M. 8.07.2003, fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti ovvero:

- art. 3 co. 1: 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;

-art. 3 co. 2: a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di

attenzione di $10 \mu\text{T}$, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio;

-art.4 co. 1: Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio

All'art. 6 del DPCM si fissano i parametri per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, per le quali si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità ($B=3\mu\text{T}$) di cui all'art. 4 ed alla portata della corrente in servizio normale.

L'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti) definisce quale fascia di rispetto lo spazio circostante l'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.

Ai fini del calcolo della fascia di rispetto si omettono verifiche del campo elettrico, in quanto nella pratica questo determinerebbe una fascia (basata sul limite di esposizione, nonché valore di attenzione pari a 5kV/m) che è sempre inferiore a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica.

Pertanto, obiettivo dei paragrafi successivi sarà quello di calcolare le fasce di rispetto dagli elettrodotti del progetto in esame, facendo riferimento al limite di qualità di $3 \mu\text{T}$.

3. SORGENTI DI EMISSIONE

Le apparecchiature elettromeccaniche presenti nell'impianto fotovoltaico e nelle opere di connessione alla rete sulle quali rivolgere l'attenzione al fine della valutazione in quanto generatrici, durante la fase di esercizio, dei campi elettromagnetici con radiazioni non ionizzanti sono le seguenti:

- Impianto Fotovoltaico e sistema di conversione DC/AC
- Cabina di trasformazione BT/AT, cabina di smistamento/servizio e cabina di consegna
- Linee elettriche 36 kV;

Di seguito verrà data una caratterizzazione delle sorgenti appena individuate.

3.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO E SISTEMA DI CONVERSIONE DC/AC

Un porzione dell'impianto di generazione è composto da stringhe di moduli fotovoltaici, quadri di parallelo stringhe e cavi elettrici di collegamento.

Il circuito in oggetto è in corrente continua (ovvero 0 Hz), i relativi cavi (polo positivo e polo negativo) sono normalmente posti a contatto con conseguente annullamento quasi totale dei campi magnetici prodotti ed inoltre la loro ubicazione, soprattutto in riferimento ai cavi in uscita dai quadri di parallelo stringhe che trasportano un valore di corrente multiplo delle singole stringhe, sono interni al campo e distanti dai confini.

I campi magnetici di piccola entità sono generati solo nei momenti in cui il convertitore DC/AC insegue il punto di massima potenza (MPPT) e sono comunque di breve durata;

Per quanto attiene agli inverter e ai moduli fotovoltaici, i primi sono progettati per minimizzare le emissioni e le interferenze con altre apparecchiature elettroniche e cavi e, pertanto, per poter essere commercializzati devono rispettare le normative vigenti in materia di compatibilità elettromagnetica,

per i secondi invece le stesse norme CEI 82-8 non menzionano prove di compatibilità elettromagnetica essendo evidentemente assolutamente irrilevanti.

Per tutto ciò che attiene la valutazione dei campi magnetici ed elettrici all'interno dell'impianto fotovoltaico, essendo l'accesso alla centrale ammesso esclusivamente a personale lavoratore autorizzato, non trova applicazione il DPCM 8 luglio 2003.

Poichè tutte le apparecchiature elettriche installate all'interno della recinzione dell'impianto fotovoltaico sono a distanza opportuna da essa e le zone esterne confinanti con l'impianto fotovoltaico non sono adibite né ad una permanenza giornaliera superiore alle 4 ore, né a zone gioco per l'infanzia/abitazioni scuole, andranno verificati esclusivamente i limiti di esposizione. Per le stesse motivazioni non trovano applicazione gli obiettivi di qualità del DPCM 8 luglio 2003.

Premesso che i limiti esposti dal DPCM 8 luglio 2003 si applicano esclusivamente alla parte esterna dell'impianto fotovoltaico, alla luce di quanto innanzi menzionato in merito alla prima porzione di impianto fotovoltaico si può concludere che i valori dei campi elettromagnetici sono inferiori ai limiti normativi.

3.2 CABINA DI TRASFORMAZIONE BT/AT (SHELTER), CABINA DI SMISTAMENTO/SERVIZIO E CABINA DI CONSEGNA

Gli shelter, modulari preassemblati e precablati in fabbrica, sono composti da un trasformatore BT/MT nonché da un blocco di protezione MT, BT, monitoraggio da remoto e alimentazione ausiliari.

L'impianto fotovoltaico è dotato inoltre di una cabina di smistamento, una cabina di servizio e una cabina di consegna.

Le cabine di smistamento svolgono la funzione di raggruppamento e protezione delle cabine di trasformazione/conversione prima che l'intera potenza venga trasferita mediante un cavidotto interrato a 36 kV all'ampliamento della nuova stazione Terna di Manfredonia per la sua immissione in rete.

Al quadro a 36 kV della Cabina di Smistamento/Sezionamento si attesteranno due linee 36 kV in cavo provenienti dai due gruppi di shelter S01-S02 e S03-S04-S055 e una linea 36 kV di collegamento allo scomparto di arrivo della cabina di consegna, prima che da quest'ultima il cavidotto venga collegato allo scomparto di arrivo dell'ampliamento a 36 kV della SE RTN Terna.

Nel caso delle cabine di trasformazione (shelter), la Distanza di Prima Approssimazione (D.P.A.) è la distanza da tutte le pareti della cabina stessa, la cui proiezione al suolo garantisce che ogni punto che si trovi all'esterno sia caratterizzato un campo magnetico inferiore all'obiettivo di qualità di 3 μ T.

Ai fini del calcolo delle DPA delle cabine di trasformazione ovvero degli shelter si farà riferimento al cap.5.2.1 del DM del 29 maggio 2008, ove la DPA si determina applicando la formula di seguito riportata:

$$D.P.A. = 0,40942 * \text{Radq} (I) * X^{0,5241}$$

dove

- I è la corrente nominale di bassa tensione del trasformatore;
- X è il diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore.

La struttura semplificata sulla base della quale si calcola la DPA è un sistema trifase, percorso da una corrente pari alla corrente nominale di bassa in uscita dal trasformatore e con distanza tra le fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore stesso

Per le cabine di sezionamento all'interno delle quali avviene la trasformazione da BT in AT a mezzo di un Trasformatore BT/AT, il calcolo della DPA prenderà come riferimento lo stesso valore calcolato per le cabine di trasformazione avendo queste un trafo di potenza maggiore.

		CAMPO FV					AC					
S1	n° di traker da 52 moduli	n° di traker da 26 moduli	Numero di moduli	Potenza modulo FV [Wp]	Numero di stringhe da 26 moduli	Potenza di picco [kWp]	Pn [kW] inverter	Numero di inverter	inverter	N° di stringhe per inverter	Potenza di picco [kWp]	Pac totale [kW]
	130	21	7306	600	281	4384	320	10	1	27	421	3425
2									26	406		
3									26	406		
4									26	406		
5									26	406		
6									27	421		
7									26	406		
8									27	421		
9									27	421		
10									25	390		
11									18	281		
						225	1					
										281	4384	3425

		CAMPO FV					AC					
S2	n° di traker da 52 moduli	n° di traker da 26 moduli	Numero di moduli	Potenza modulo FV [Wp]	Numero di stringhe da 26 moduli	Potenza di picco [kWp]	Pn [kW] inverter	Numero di inverter	inverter	N° di stringhe per inverter	Potenza di picco [kWp]	Pac totale [kW]
	254	18	13676	600	526	8206	320	20	1	26	406	6400
2									26	406		
3									26	406		
4									26	406		
5									26	406		
6									26	406		
7									26	406		
8									27	421		
9									27	421		
10									27	421		
11									26	406		
12									26	406		
13									26	406		
14									26	406		
15									27	421		
16									27	421		
17									26	406		
18									26	406		
19									26	406		
20									27	421		
										526	8206	6400

S3	CAMPO FV						AC					
	254	14	13572	600	522	8143	320	20	1	26	406	6400
2									26	406		
3									26	406		
4									26	406		
5									26	406		
6									26	406		
7									26	406		
8									26	406		
9									27	421		
10									26	406		
11									27	421		
12									26	406		
13									26	406		
14									26	406		
15									26	406		
16									26	406		
17									26	406		
18									26	406		
19									26	406		
20									26	406		
									522	8143	6400	

S4	CAMPO FV						AC					
	241	31	13338	600	513	8003	320	19	1	26	406	6305
2									26	406		
3									26	406		
4									26	406		
5									26	406		
6									26	406		
7									26	406		
8									26	406		
9									26	406		
10									26	406		
11									26	406		
12									26	406		
13									26	406		
14									26	406		
15									26	406		
16									26	406		
17									26	406		
18									27	421		
19									27	421		
									513	8003	13	

S5	CAMPO FV						AC					
	212	47	12246	600	471	7348	320	18	1	25	390	5760
								2	27	421		
								3	27	421		
								4	26	406		
								5	26	406		
								6	27	421		
								7	26	406		
								8	26	406		
								9	26	406		
								10	26	406		
								11	27	421		
								12	26	406		
								13	26	406		
								14	26	406		
								15	27	421		
								16	26	406		
								17	25	390		
								18	26	406		
									471	7348	5760	

Tabella 3 Caratteristiche dimensionali impianto fotovoltaico

Ai fini del calcolo si prende in considerazione, il trasformatore di taglia maggiore previsto all'interno dell'impianto che risulta avere una potenza pari a 3.200 kVA (essendo un trasformatore a 3 avvolgimenti da 6.400 kVA) pertanto considerando

$$I = 2.310 \text{ A}$$

$x = 51 \text{ mm}$ (diametro esterno massimo del cavo da 500mmq con più conduttori in parallelo)

Dal calcolo si ottiene:

D.P.A. = 4,13 metri

che arrotondata per eccesso all'intero superiore fissa il valore della **Distanza di Prima Approssimazione pari a 5 m.**

La fascia di rispetto calcolata rientra nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto essendo le cabine ubicate sempre oltre il margine interno delle strade perimetrali, cioè ad una distanza dalla recinzione sempre superiore ai 6 m.

Inoltre cabina è posizionata all'aperto e normalmente non è permanentemente presidiata da persone, per cui non vi sono pericoli di esposizione ai campi elettrici e magnetici.

Per le cabine di sezionamento, essendo prevalentemente cabine di smistamento cavi, si considererà il valore delle DPA calcolate per i cavi AT di seguito calcolati.

3.3 LINEE ELETTRICHE 36 KV

Di seguito verrà elaborato un calcolo analitico del campo magnetico generato dagli elettrodotti sulla base delle metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, e specificate dalla norma CEI 106-11.

Gli elettrodotti di media tensione oggetto di valutazione sono rispettivamente:

-linea interrata 36 kV di collegamento tra gli shelter;

-linea interrata 36 kV che convoglia l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico al futuro ampliamento della stazione elettrica RTN TERNA denominata "Manfredonia";

Per la valutazione del campo magnetico generato dall'elettrodotto occorre distinguere gli elettrodotti in funzione della tipologia dei cavi utilizzati.

In linea generale l'utilizzo di cavi AT in configurazione ad "elica visibile" in entrambe le installazioni precedentemente elencate, fanno sì che il campo magnetico prodotto sia notevolmente inferiore a quello prodotto da cavi analoghi posati in piano o a trifoglio.

Le particolarità costruttive di questi cavi, ossia la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione dovuta alla cordatura, fa sì che il campo elettromagnetico generato dai cavi di sezione 300

– 630 mm² risulta essere infatti di gran lunga inferiore ai valori limite richiesti e, pertanto, già dopo una prima analisi qualitativa, se ne può escludere la valutazione numerica, così come previsto dalla normativa e dalle leggi vigenti.

Per gli elettrodotti AT sono stati considerati cavi posati a trifoglio in modo tale che, anche se in fase esecutiva si dovesse optare per una soluzione diversa da quella progettuale, sia stato considerato il worst scenario.

L'impianto fotovoltaico è dotato complessivamente di cabine di smistamento che svolgono la funzione di raggruppamento e protezione delle cabine di trasformazione/conversione prima che l'intera potenza venga trasferita, mediante tre elettrodotti interrati a 36 kV, alla SE per la sua immissione in rete.

I cavi utilizzati sono del tipo RG7H1R 26/45kV o similari ovvero cavi a 36 kV unipolare con isolamento in gomma HEPR di qualità G7.

Nella tabella che segue si schematizza la configurazione dei cavidotti AT che dalle cabine di smistamento si dirigono verso la sottostazione utente.

Il tratto su cui viene valutato l'impatto elettromagnetico è quello che trasferisce maggiore potenza ovvero :

- **Tratto L07:** elettrodotto 36 kV di lunghezza complessiva pari a circa 0,76 km tra la cabina di smistamento e l'ampliamento della SE RTN Manfredonia avente potenza complessiva di 28,290 MW;

	ID	POTENZA	TENSIONE	fattore di potenza	CORRENTE	LUNGHEZZA LINEA	CAVO RG7H1R 26/45kV FORMATION E n°x mmq	PORTATA CAVO INTERRATO A TRIFOGLIO In	CAVI AFFIANCATI [D5-D6-D7]	CURRENT CARRYING CAPACITIES Iz=In x Kd x Kr x Kp x Ktt x Ks
		[MW]	[KV]		[A]	[m]	[mmq]	[A]	n°	[A]
L01	S01-S02	3,425	36	1	55	283	3x1x70	255	3	156
L02	S02-Cab.Aux	9,825	36	1	158	205	3x1x120	355	3	217
L03	S05-S04	6,400	36	1	103	363	3x1x70	255	1	202
L04	S04-S03	12,705	36	1	204	303	3x1x120	355	2	245
L05	S03-Cab.Aux	18,465	36	1	296	470	3x1x300	570	3	349
L06	Cab.Aux-Cab. Consegna	28,290	36	1	454	7500	3x1x630	835	1	663
L07	Cab. Consegna - Terna	28,290	36	1	454	250	3x1x630	835	1	663

Tabella 4 Tabella dei cavi MT

3.3.1 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI - TRATTO "L07"

Nel seguente paragrafo verrà calcolata l'induzione magnetica generata dalla linea a 36 kV, nel tratto che va dalla Cabina di Smistamento all'ampliamento della SE RTN Manfredonia costituita da un terna di cavi MT da 630 mm² con portata di 454 A.

Nel caso specifico si sta considerando una singola terna di cavi tuttavia in caso di due o più terne di cavi nella stessa sezione di scavo si farà ricorso ad un modello matematico che tenga conto del campo magnetico generato da ogni singola terna.

Si utilizzerà a tal fine il modello previsto e suggerito dalla norma CEI 211-4 cap. 4.3 che tiene conto delle componenti spaziali dell'induzione magnetica calcolate come somma del contributo delle correnti nei diversi conduttori.

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{y_i - y}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$

$$B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{x_i - x}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$

E' possibile semplificare il modello considerando l'interna terna di cavi, della quale si conoscono le caratteristiche geometriche, al posto del singolo conduttore.

Pertanto si considererà il modello del sistema composta da cavi unipolari posati a trifoglio e non elicordati soluzione questa, che comporta un grado di protezione maggiore nel sistema poiché il campo magnetico generato dal cavo elicordato è meno intenso di quello generato da una terna posata a trifoglio.

Per i cavi unipolari posati a trifoglio si può ricorrere, come suggerito dalla norma CEI 106-11, ad una espressione approssimata del campo magnetico ovvero:

$$B = 0,1 * \sqrt{6} \frac{S * I}{R^2}$$

dove :

B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante;

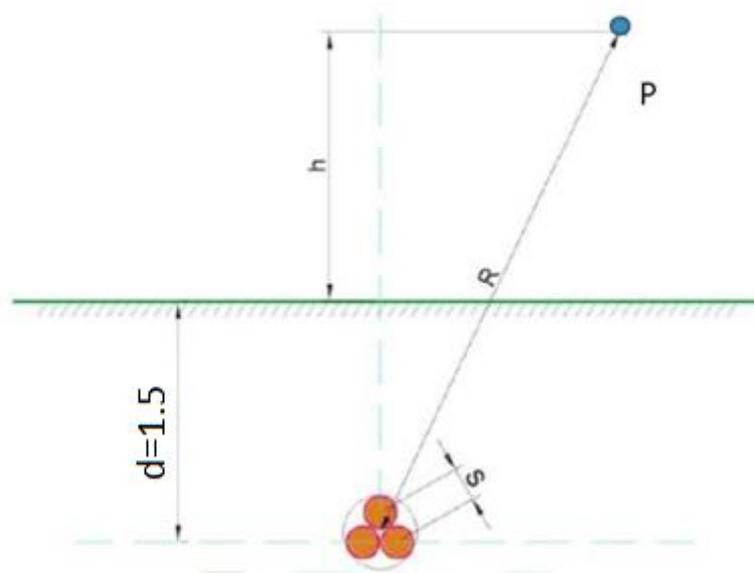
S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a **I[A]**

R[m] è la distanza radiare dal conduttore;

Considerata la natura vettoriale del campo magnetico è possibile sommare i contributi dovuti alle singole terne e calcolare, attraverso il modello semplificato, il valore del campo magnetico nello spazio circostante l'elettrodotta secondo la seguente formula:

$$B_i = 0,1 * \sqrt{6} \frac{S_i * I_i}{(x - x_i)^2 + (y - d)^2}$$

Dove B_i è il campo magnetico generato dalla i -esima terna di cavi.



Quindi il campo di induzione magnetica sarà dato dalla somma dei campi di induzione generato da ciascuna delle terne in progetto.

Nello specifico il tratto L03 è costituito da una terna di cavi da 630 mm² i cui valori sono di seguito riepilogati:

Profondità di posa del cavo: 1,5 m

Distanza terna dall'asse neutro: 0 m

Sezione cavo: 3x1x630 mm²

Portata corretta cavo terna tratto L03 (Portata in corrente in servizio normale) : 663 A

Portata nominale cavo terna tratto L03: 454 A

Nel caso specifico si è calcolata la corrente nominale/massima che il cavo può trasportare in fase di esercizio dell'impianto (454 A), applicando la formula di cui sopra si ottengono i risultati riportati nella tabella seguente.

Il calcolo è stato effettuato per diverse altezze dal livello del suolo e con intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.

Distanza dall'asse centrale [m]	Btot al suolo [μT]	Btot a 0,5 m suolo [μT]	Btot a 1 m suolo [μT]	Btot a 1,5 m suolo [μT]	Btot a 2 m suolo [μT]	Btot a 2,5 m suolo [μT]	Btot a 3 m suolo [μT]
-10	0,063081	0,062019	0,060706	0,059174	0,057461	0,055603	0,053638
-9,5	0,069730	0,068435	0,066839	0,064987	0,062927	0,060706	0,058371
-9	0,077477	0,075882	0,073925	0,071667	0,069169	0,066495	0,063704
-8,5	0,086577	0,084590	0,082166	0,079385	0,076331	0,073088	0,069730
-8	0,097358	0,094853	0,091815	0,088356	0,084590	0,080625	0,076558
-7,5	0,110256	0,107054	0,103200	0,098851	0,094161	0,089273	0,084314
-7	0,125854	0,121698	0,116742	0,111207	0,105306	0,099231	0,093141
-6,5	0,144944	0,139459	0,132990	0,125854	0,118349	0,110730	0,103200
-6	0,168627	0,161250	0,152663	0,143333	0,133679	0,124038	0,114667
-5,5	0,198461	0,188321	0,176712	0,164331	0,151765	0,139459	0,127723
-5	0,236697	0,222414	0,206400	0,189706	0,173154	0,157317	0,142541
-4,5	0,286667	0,265979	0,243396	0,220513	0,198461	0,177931	0,159259
-4	0,353424	0,322500	0,289887	0,258000	0,228318	0,201562	0,177931
-3,5	0,444827	0,396923	0,348648	0,303529	0,263265	0,228318	0,198461
-3	0,573333	0,496154	0,422951	0,358333	0,303529	0,258000	0,220513
-2,5	0,758823	0,629268	0,516000	0,422951	0,348648	0,289887	0,243396
-2	1,031999	0,806250	0,629268	0,496154	0,396923	0,322500	0,265979
-1,5	1,433333	1,031999	0,758823	0,573333	0,444827	0,353424	0,286667
-1	1,984614	1,289999	0,889655	0,645000	0,486792	0,379412	0,303529
-0,5	2,579999	1,517646	0,992307	0,697297	0,516000	0,396923	0,314634
0	2,866665	1,612499	1,031999	0,716666	0,526530	0,403125	0,318518
0,5	2,579999	1,517646	0,992307	0,697297	0,516000	0,396923	0,314634
1	1,984614	1,289999	0,889655	0,645000	0,486792	0,379412	0,303529
1,5	1,433333	1,031999	0,758823	0,573333	0,444827	0,353424	0,286667
2	1,031999	0,806250	0,629268	0,496154	0,396923	0,322500	0,265979
2,5	0,758823	0,629268	0,516000	0,422951	0,348648	0,289887	0,243396
3	0,573333	0,496154	0,422951	0,358333	0,303529	0,258000	0,220513
3,5	0,444827	0,396923	0,348648	0,303529	0,263265	0,228318	0,198461
4	0,353424	0,322500	0,289887	0,258000	0,228318	0,201562	0,177931
4,5	0,286667	0,265979	0,243396	0,220513	0,198461	0,177931	0,159259
5	0,236697	0,222414	0,206400	0,189706	0,173154	0,157317	0,142541
5,5	0,198461	0,188321	0,176712	0,164331	0,151765	0,139459	0,127723
6	0,168627	0,161250	0,152663	0,143333	0,133679	0,124038	0,114667
6,5	0,144944	0,139459	0,132990	0,125854	0,118349	0,110730	0,103200
7	0,125854	0,121698	0,116742	0,111207	0,105306	0,099231	0,093141
7,5	0,110256	0,107054	0,103200	0,098851	0,094161	0,089273	0,084314
8	0,097358	0,094853	0,091815	0,088356	0,084590	0,080625	0,076558
8,5	0,086577	0,084590	0,082166	0,079385	0,076331	0,073088	0,069730
9	0,077477	0,075882	0,073925	0,071667	0,069169	0,066495	0,063704
9,5	0,069730	0,068435	0,066839	0,064987	0,062927	0,060706	0,058371
10	0,063081	0,062019	0,060706	0,059174	0,057461	0,055603	0,053638

Tabella 5 Distribuzione dei valori del campo magnetico

Il grafico che segue mostra come nel caso in esame, l'obiettivo di qualità, pari a $<3 \mu\text{T}$, è raggiunto già sull'asse del cavidotto stesso in corrispondenza del suolo, risultando pari a $2,87 \mu\text{T}$.

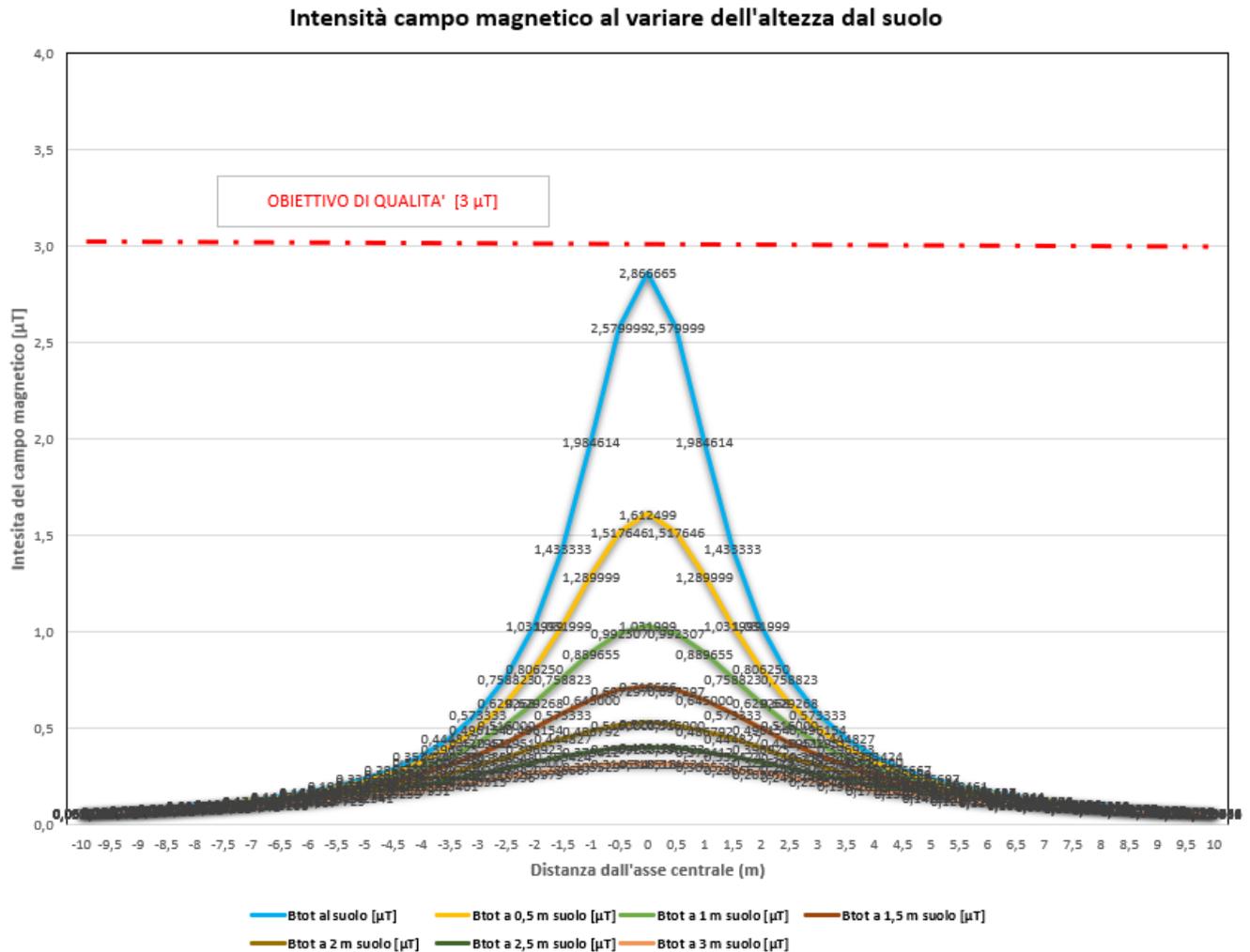


Figura 3 Intensità del campo magnetico al variare dell'altezza dal suolo del tratto L04 di cavidotto

Il campo di induzione magnetica calcolato al livello del suolo (0 metri dal piano campagna) risulta essere inferiore al valore indicato come obiettivo di qualità, essendo pari a $2,87 \mu\text{T}$, valore pertanto molto inferiore al limite di attenzione di $10 \mu\text{T}$ fissato per tempi di permanenze nelle vicinanze dei conduttori

Pertanto si può concludere che per il tratto L03, costituito da una terna di cavi da 630 mm^2 , il rispetto dell'obiettivo di qualità è garantito anche a piano strada e non necessita di fascia di rispetto.

All'interno della DPA individuata, non sono presenti recettori sensibili, ovvero non vi sono aree adibite né ad una permanenza giornaliera superiore alle 4 ore, né a zone gioco per l'infanzia/abitazioni scuole e laddove presenti operatori per le operazioni di manutenzione la permanenza avrà durata limitata, per cui si può stabilire che non vi sono problemi per la salute umana.

Per ultimo occorre sottolineare che, i calcoli del campo magnetico contemplano valori di portata nominale dei conduttori estremamente cautelativi poiché gli impianti di produzione da fonte fotovoltaica, per loro natura, non producono costantemente al loro valore nominale e soprattutto non producono durante l'intero arco della giornata, pertanto si può affermare che i valori calcolati sono significativamente superiori ai valori reali che si genereranno in fase di esercizio dell'impianto.

4. CONCLUSIONI

La determinazione delle fasce di rispetto è stata effettuata in accordo al D.M. del 29/05/2008 riportando per ogni opera elettrica la distanza di prima approssimazione "DPA".

Alla luce dei calcoli eseguiti, non si riscontrano problematiche particolari relative all'impatto elettromagnetico dei componenti dell'impianto fotovoltaico e dai cavidotti di connessione e all'esposizione umana ai campi elettrici e magnetici da questi generati.

Più in dettaglio:

LINEA ELETTRICA MT 36 kV

Per quanto concerne i cavi interrati sono stati considerati gli accorgimenti di progetto relativi a:

- minimizzazione dei percorsi della rete;
- disposizione a fascio delle linee trifase;

TRATTO L07

assumeremo una **DPA pari a 0 m** valore che garantisce, a quota 0 m dal suolo, un campo magnetico inferiore all'obiettivo di qualità.

CABINA DI TRASFORMAZIONE BT/AT (SHELTER), CABINA DI SMISTAMENTO/SERVIZIO E CABINA DI CONSEGNA

Assumeremo una **DPA pari a 5 m**.

La fascia di rispetto calcolata rientra nei confini dell'aerea di pertinenza dell'impianto essendo le cabine ubicate sempre oltre il margine interno delle strade perimetrali, cioè ad una distanza dalla recinzione

sempre superiore ai 5 m. Si può escludere la presenza di rischi di natura sanitaria per le persone, sia per i bassi valori del campo sia per assenza di possibili recettori nelle zone interessate.

In conclusione all'interno delle aree summenzionate delimitate dalle DPA non risultano presenti recettori sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere e pertanto la realizzazione delle opere elettriche relative alla realizzazione di un impianto fotovoltaico e delle opere connesse, rispetta la normativa vigente.

I tecnici

Dott. Ing. Alessandro la Grasta

Dott. Ing. Luigi Tattoli