



REGIONE CAMPANIA  
PROVINCIA DI CASERTA  
COMUNE DI SESSA AURUNCA



Committente:

**ATON 22 s.r.l**

Via Julius Durst, 6  
39042 Bressanone (BZ)  
03072680212

PEC: tecno.energy.srl@legalmail.it

**IMPIANTO FV C\_023**

Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di **19.021 KW** e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca

**RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

Progettazione:



Il Progettista:

Ing. Riccardo Mai



	Ing. <b>R.A.Rossi</b>						
	Ing. <b>V. Villano</b>						
	Pian. Ter. <b>L. Lanni</b>						
	Pian. Ter. <b>G. Delogu</b>	Ing. <b>S. Viara</b>	Ing. <b>R. Mai</b>	Emissione	11/2021		
PROTOCOLLO	REDATTO	CONTROLLATO	AUTORIZZATO	CAUSALE	DATA	REVISIONE	

**DOC**

C\_023\_DEF\_RS\_06

Formato

**A4**

Scala

-

Il presente documento è di proprietà esclusiva della Aton 22 s.r.l., non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La Aton 22 s.r.l. si riserva il diritto di ogni modifica.

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

## SOMMARIO

<b>1. OGGETTO</b> .....	3
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	4
<b>2.1 Legge Quadro n. 36 "22 Febbraio 2001"</b> .....	5
<b>2.2 D.P.C.M. "08 Luglio 2003"</b> .....	6
<b>2.3 D.M. AMBIENTE "29 Maggio 2008"</b> .....	9
<b>3. EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE INDOTTE DAGLI ELETTRODOTTI A SERVIZIO DELL'IMPIANTO</b> .....	12
<b>4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b> .....	13
<b>5. ANALISI DELL'IMPATTO FOTOVOLTAICO IN PROGETTO</b> .....	14
<b>5.1 CAMPI ELETTROMAGNETICI RELATIVI AL CAMPO FOTOVOLTAICO (Modulo Fotovoltaico)</b> .....	15
<b>5.2 CAMPI ELETTROMAGNETICI RELATIVI AGLI INVERTER</b> .....	15
<b>5.3 ELETTRODOTTI DI MEDIA TENSIONE</b> .....	16
<b>5.4 CABINE LETTRICHE BT/MT</b> .....	18
<b>5.5 STAZIONE DI ELEVAZIONE DI UTENZA (SEU)</b> .....	19
<b>5.6 LINEA ELETTRICA AT</b> .....	21
<b>6. CONCLUSIONI</b> .....	22

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

## 1. OGGETTO

Il presente studio è stato redatto al fine di valutare l'impatto elettromagnetico generato dall'impianto elettrico funzionale all' impianto agro - fotovoltaico di potenza di produzione pari a 19.0121 KWp e potenza in immissione pari a 18.871 kW e della relativa Stazione di Elevazione Utente in Alta Tensione da realizzare nel Comune di Sessa Aurunca (CE). L'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, con una interconnessione intermedia in media tensione (20 kV) ed una successiva trasformazione mediante stazione di elevazione collegata in parallelo con altri Produttori, con i quali è stato stipulato un accordo di condivisione, attraverso Linea AT condivisa, alla RETE di TRASMISSIONE NAZIONALE tramite una Stazione elettrica gestita da Terna SPA.

Gli apparati elettrici oggetto del presente studio sono:

- *Campo Fotovoltaico;*
- *Inverter;*
- *Le cabine di trasformazione bt/MT;*
- *Gli elettrodotti di media tensione (MT);*
- *la Stazione di Elevazione di Utenza (SEU);*
- *Gli elettrodotti di alta tensione (AT);*

in quanto sorgenti di campo magnetico a bassa frequenza (ELF).

Dal punto di vista fisico l'effetto elettromagnetico è caratterizzato sia dall'ampiezza delle onde che dai valori di frequenza che generano.

Detti valori sono di particolare rilevanza per i diversi effetti che generano da un punto di vista biologico che ne deriva quindi per la tutela della salute. La suddivisione in:

- radiazioni ionizzanti:

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

Le onde con frequenza altissima, superiore a 3 milioni di GHz sono dotate di energia sufficiente per ionizzare la materia;

➤ radiazioni non ionizzanti (NIR):

Le onde con frequenza inferiore a 3 milioni di GHz, non generano ionizzazione tale da ionizzare la materia.

All'interno delle radiazioni non ionizzanti si adotta una ulteriore distinzione in base alla frequenza di emissione:

- campi elettromagnetici **a bassa frequenza** o **ELF**:

**(0 - 300 Hz)**, le cui sorgenti più comuni comprendono ad esempio gli elettrodotti e le cabine di trasformazione.

- campi elettromagnetici **ad alta frequenza** o a radiofrequenza **RF**:

**(300 Hz - 300 GHz)**, le cui sorgenti principali sono da attribuire a sorgenti tipo radar ed impianti di telecomunicazione, con annesse stazioni di trasmissioni tipo antenne e quant'altro.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La Normativa di riferimento per la valutazione dell'Impatto Elettromagnetico è quella indicata nella Tabella 1.

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

Normativa di Riferimento		
Legge n. 36	22 Febbraio 2001	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
D.P.C.M.	08 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 (50Hz) generati dagli elettrodotti
D.M.	29 Maggio 2008	Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti
CEI 106-11	11 Feb. 2006	Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo

Tabella 1: Limiti di esposizione ai campi elettromagnetici

## 2.1 Legge Quadro n. 36 "22 Febbraio 2001"

La legge di riferimento per quanto attiene l'esposizione ai campi elettromagnetici è la **Legge 22 febbraio 2001 n.36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"** (G.U. n.55 del 7 marzo 2001), con il campo di applicazione riguardante gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia, che possano comportare l'esposizione dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz. In particolare, la presente legge si applica agli elettrodotti ed agli impianti radioelettrici, compresi gli impianti per telefonia mobile, i radar e gli impianti fissi per radiodiffusione.

Tale legge ha introdotto i concetti di limite di esposizione, di valore di attenzione e di obiettivi di qualità: i primi due rappresentano i valori di campo elettrico, magnetico ed

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

elettromagnetico che rispettivamente non devono essere superati in situazione di esposizione acuta e di esposizione prolungata; l'obiettivo di qualità, invece, è stato introdotto al fine di garantire la progressiva minimizzazione dell'esposizione. La stessa legge ha anche introdotto la terminologia di fascia di rispetto in prossimità di elettrodotti, con questa intendendo un'area in cui non possono essere previste destinazioni d'uso che comportino una permanenza prolungata oltre le quattro ore giornaliere.

Nella terminologia "elettrodotto" viene compreso l'insieme delle linee elettriche e delle cabine di trasformazione.

## 2.2 D.P.C.M. "08 Luglio 2003"

I primi decreti applicativi della LQ 36/2001 sono stati pubblicati nel 2003; in particolare, il **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 con frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz" (G.U. n.200 del 29-8-2003) dove si fissano i **limiti di esposizione** (art.3 comma 1), i **valori di attenzione** (art.3 comma 2) e gli **obiettivi di qualità** (art.4) per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (tab.2, 3, 4), escludendo cioè da tale normativa i lavoratori professionalmente esposti.

<b>Limite di esposizione</b>	Valore che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione
<b>Limite di attenzione</b>	Valore che non deve essere superato negli ambienti a permanenza prolungata
<b>Obiettivi di qualità</b>	Limite da rispettare per installazioni future

Tabella 2: Limiti di esposizione ai campi elettromagnetici

In funzione dell'intervallo di frequenza nel quale ricadono le emissioni, i limiti stabiliti sono riportati nelle tabelle 2 e 3 seguenti:

	Relazione impatto elettromagnetico		Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca		Data: 11/2021

D.P.C.M. 8 Luglio 2003 – Basse Frequenze (< 100 kHz)		
	Campo elettrico	Induzione magnetica
<b>Limite di esposizione</b>	<b>5000 V/m</b>	<b>100 μT</b>
<b>Valore di attenzione (media 24 h)</b>	-	<b>10 μT</b>
<b>Obiettivi di qualità (media 24 h)</b>	-	<b>3 μT</b>

Tabella 3: Limiti di esposizione alle basse frequenze

Il D.P.C.M. 08/07/2003 sancisce che 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 microTesla (μT)**, per l'induzione magnetica e **5 kV/m** per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

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** micro Tesla (μT), da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

D.P.C.M. 8 Luglio 2003 – Alte Frequenze (100 kHz < f % 300 GHz)					
		Campo elettrico	Campo magnetico	Densità di potenza	
Limite esposizione	di				
		100 kHz < f % 3 MHz	60 V/m	0,2 A/m	-
		3 MHz < f % 3 GHz	20 V/m	0,05 A/m	1 W/m <sup>2</sup>
		3 GHz < f % 300 GHz	40 V/m	0,01 A/m	4 W/m <sup>2</sup>
Valore di attenzione (media 6 minuti)		6 V/m	0,016 A/m	0,1 W/ m <sup>2</sup>	
Obiettivi di qualità (media 6 minuti)		6 V/m	0,016 A/m	0,1 W/ m <sup>2</sup>	

Tabella 4: Limiti di esposizione alle alte frequenze

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

Inoltre 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 microTesla ( $\mu T$ )**, per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come *mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio*.

A titolo di esempio, sono riassunte nella *tabella 4* le fasce di rispetto relative a valori di induzione magnetica pari a  $3 \mu T$ :

In particolare all'art.6 "*Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti*" si prescrive che, alla frequenza di rete (50 Hz):

1. per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal proprietario/gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV, e alle regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. I proprietari/gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti.

L'APAT, sentite le ARPA, definirà la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

	Relazione impatto elettromagnetico		Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca		Data: 11/2021

Tensione	Tipologia di linea	fasce di rispetto 3 $\mu$ T (m)	
		conduttore più diffuso	conduttore più cautelativo
132 kV	singola terna	36	42
	doppia terna non ottimizzata	48	56
	doppia terna ottimizzata	34	38
220 kV	singola terna	52	60
	doppia terna non ottimizzata	58	68
	doppia terna ottimizzata	42	46
380 kV	singola terna	94	94
	doppia terna non ottimizzata	138	138
	doppia terna ottimizzata	80	80

Tabella 5 - Fasce di rispetto (in metri) relative a valori di induzione magnetica di 3  $\mu$ T

### 2.3 D.M. AMBIENTE "29 Maggio 2008"

La metodologia di cui sopra è stata definita dal D.M. 29/05/2008 (G.U. 5 luglio 2008 n.156, S.O.) "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" che, ai sensi dell'art. 6 comma 2 del DPCM 08/07/03, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate e delle cabine, esistenti e in progetto.

Al fine delle verifiche delle autorità competenti, tale metodologia di calcolo prevede due livelli di approfondimento:

1. Un procedimento semplificato (par. 5.1.3) basato sulla Distanza di prima approssimazione (**D.p.a.**), calcolata dal gestore e utile per la gestione territoriale e per la pianificazione urbanistica;
2. Il calcolo preciso della fascia di rispetto (par. 5.1.2), effettuato dal gestore e necessario per gestire i singoli casi specifici in cui viene rilasciata l'autorizzazione a costruire vicino all'elettrodotto.

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

La **D.p.a.** e la **Fascia di rispetto** sono così definite:

- **Distanza di prima approssimazione (D.p.a.):** 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; e per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra;
- **Fascia di rispetto:** spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità ( $3 \mu\text{T}$ ). Rispetto al primo punto, è stato stabilito che al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione il proprietario/gestore deve:
  - calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco (la configurazione ottenuta potrebbe non corrispondere ad alcuna campata reale);
  - proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
  - comunicarne l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea: tale distanza (DPA) sarà adottata in modo costante lungo tutto il tronco come prima approssimazione, cautelativa, delle fasce.
  - qualora la linea, per alcune campate, corresse parallela ad altre (condividendo o meno i sostegni), lungo questo tratto dovrà essere calcolata la DPA complessiva.

Ancora ai fini della semplificazione, per il calcolo della D.p.a. è possibile anche applicare quanto previsto dalla norma CEI 106-11-Parte 1, in cui si fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli.

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

Tale D.M. 29/05/2008 indica che la metodologia si applica a tutti gli elettrodotti esistenti o in progetto, con linee interrate o aeree, ad esclusione delle seguenti:

- linee esercite a frequenze diverse da 50 Hz (esempio linee ferroviaria a 3 KV);
- linee di classe zero secondo il Decreto interministeriale 21/03/88 (quali linee telefoniche, segnalazione e comando a distanza);
- linee di prima classe secondo il Decreto interministeriale 21/03/88 (ovvero linee con tensione nominale inferiore a 1 KV e linee in cavo per illuminazione pubblica con tensione inferiore a 5 KV);
- linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

In questi casi le fasce hanno infatti ampiezza ridotta inferiore alle distanze previste dal decreto 449/88 stesso e dal successivo DM 16/01/91.

Al fine di valutare quale sarà l'impatto sulla gestione del territorio del D.M. 29/05/2008, si riportano (Tabella 5 e 6) le indicazioni sull'estensione della D.p.a. per le configurazioni più diffuse delle linee per i vari gestori.

Si fa presente, inoltre, che per i casi complessi, come presenza di due o più linee (parallele o che si incrociano), presenza di un angolo di deviazione della linea, presenza di campata a forte dislivello e/o orografia complessa del territorio tali D.p.a. non sono più valide ed è necessario ricorrere al calcolo esatto della fascia di rispetto.

*Nel caso delle cabine di trasformazione da MT a BT, le D.p.a. per le varie tipologie sono riportate come esempi nel D.M. 29 maggio 2008 e sono tipicamente entro i 3 metri da ciascuna parete esterna della struttura.*

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

### **3. EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE INDOTTE DAGLI ELETTRODOTTI A SERVIZIO DELL'IMPIANTO**

#### *Differenze tra campi indotti da linee elettriche aeree e cavi interrati*

#### **CAMPO ELETTRICO**

Il campo elettrico risulta ridotto in maniera significativa per l'effetto combinato dovuto alla speciale guaina metallica schermante del cavo ed alla presenza del terreno che presenta una conducibilità elevata. Per le linee elettriche di MT a 50 Hz, i campi elettrici misurati attraverso prove sperimentali sono risultati praticamente nulli, per l'effetto schermante delle guaine metalliche e del terreno sovrastante i cavi interrati.

#### **CAMPO MAGNETICO**

Le grandezze che determinano l'intensità del campo magnetico circostante un elettrodotto sono principalmente:

- ✓ distanza dalle sorgenti (conduttori);
- ✓ intensità delle sorgenti (correnti di linea);
- ✓ disposizione e distanza tra sorgenti (distanza mutua tra i conduttori di fase); O presenza di sorgenti compensatrici;
- ✓ suddivisione delle sorgenti (terne multiple).

I metodi di controllo del campo magnetico si basano principalmente sulla riduzione della distanza tra le fasi sull'installazione di circuiti addizionali (spire) nei quali circolano correnti di schermo, sull'utilizzazione di circuiti in doppia terna a fasi incrociate e sull'utilizzazione di linee in cavo.

I valori di campo magnetico, risultano essere notevolmente abbattuti mediante interrimento degli elettrodotti. Questi vengono posti a circa 1,2 metri di profondità e sono composti da un conduttore cilindrico, una guaina isolante, una guaina conduttrice, (la quale funge da schermante per i disturbi esterni, i quali sono più acuti nel sottosuolo in quanto il terreno è

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

molto più conduttore dell'aria) e un rivestimento produttivo. I cavi interrati generano, a parità di corrente trasportata, un campo magnetico al livello del suolo più intenso degli elettrodotti aerei (circa il doppio), gli stessi si riducono in modo più rapido in funzione della distanza dalle sorgenti che li generano.

Tra gli svantaggi sono da considerare i problemi di perdita di energia legati alla potenza reattiva (produzione, oltre ad una certa lunghezza del cavo, di una corrente capacitiva, dovuta all'interazione tra il cavo ed il terreno stesso, che si contrappone a quella di trasmissione).

Altri metodi con i quali ridurre i valori di intensità di campo elettrico e magnetico possono essere quelli di usare "linee compatte", dove i cavi vengono avvicinati tra di loro in quanto questi sono isolati con delle membrane isolanti. Queste portano ad una riduzione del campo magnetico.

#### **4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

La realizzazione dell'impianto comprenderà la realizzazione delle seguenti opere:

- Installazione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- Posa e Cablaggio Moduli Fotovoltaici;
- Posa in opera e cablaggio degli Inverter di Stringa;
- Posa in opera di n.5 cabine di campo, ognuna comprensiva di n. 1 Quadro MT (QMT), di Trasformatore, n.1 Quadro Generale BT, n. 1 autotrasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- Posa in opera di cabina di raccolta;
- Scavi, rinterri e ripristini per la posa della conduttura di alimentazione principale BT ed MT interne al campo fotovoltaico, dei cavidotti energia, segnali e per il dispersore

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

di terra, comprensivi della fornitura e posa in opera di pozzetti in c.a. con chiusino carrabile (ove previsto);

- Realizzazione di tutte le condutture principali di distribuzione elettrica per l'alimentazione dei sistemi ausiliari b.t.;
- Realizzazione dell'impianto di terra ed equipotenziale costituito da una corda di rame interrata lungo il perimetro dell'edificio ed integrata con picchetti, dai collettori di terra, dai conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali e da tutti i collegamenti PE ed equipotenziali;
- Realizzazione Impianto antintrusione comprensivo della centrale allarmi, delle barriere e delle condutture ad essi relativi;
- Realizzazione dell'impianto di videosorveglianza comprensivo della centrale, delle videocamere, dei pali di sostegno e delle condutture ad essi relativi;
- Realizzazione delle Linee MT dall'impianto fotovoltaico fino alla Sottostazione di Elevazione di Utenza (SEU);
- Realizzazione della Sottostazione di Elevazione di Utenza (SEU);
- Realizzazione della Linea in AT per il collegamento dalla Sottostazione di Elevazione di Utenza fino alla SEU dei Produttori Sinergia EGP2 e Sinergia EGP3.

## 5. ANALISI DELL'IMPATTO FOTOVOLTAICO IN PROGETTO

L'impatto elettromagnetico relativo all'impianto fotovoltaico in progetto per la produzione di energia elettrica da fonte solare a conversione fotovoltaica, è legato:

- ✓ alla realizzazione di cavidotto interrato per la connessione elettrica dei campi in cui è suddiviso elettricamente l'impianto, con la cabina elettrica di connessione e consegna alla rete MT 20kV di e-distribuzione.

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

### **5.1 CAMPI ELETTROMAGNETICI RELATIVI AL CAMPO FOTOVOLTAICO (Modulo Fotovoltaico)**

Nel caso specifico del Campo Fotovoltaico, formato dall'insieme di più Stringhe di Moduli Fotovoltaici, dalle String Box (se presenti) e dai rispettivi Cavi Elettrici, considerato che:

- Tale Sezione di Impianto ha un funzionamento in corrente continua (0 Hz);
- Nel caso di una Buona Esecuzione delle Opere, i cavi con diversa polarizzazione (+ e -) sono posti a contatto, con l'annullamento quasi totale dei campi magnetici statici prodotti in un punto esterno;
- I cavi relativi alle dorsali principali, ovvero gli unici che trasportano un valore di corrente significativo, sono molto distanti dai confini dell'impianto;

**Quindi si esclude l'ipotesi di un superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo Elettro-Magnetico.**

### **5.2 CAMPI ELETTROMAGNETICI RELATIVI AGLI INVERTER**

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Essi pertanto sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. Inoltre il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, siano accompagnate dalle necessarie certificazioni a garanzia sia dell'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia dalle ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo).

Oltre a quanto specificato, gli inverter immessi in commercio devono rispettare la normativa vigente sulla compatibilità elettromagnetica, al fine di evitare interferenze con altre apparecchiature.

**Quindi si esclude il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo Elettro-Magnetico.**

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

### **5.3 ELETTRODOTTI DI MEDIA TENSIONE**

Tutti gli elettrodotti sono in cavo interrato tensione 20 KV per il collegamento tra la cabina di raccolta e la stazione di elevazione utente (SEU).

Il valore di qualità degli stessi (induzione magnetica < di 3  $\mu$ T), si raggiunge ad una distanza di circa 1 m dal cavo, interrato ad una profondità di almeno 1,20 m rispetto al piano campagna. Le aree in cui sono posti i cavi sono prevalentemente zone agricole e la posa degli stessi è al di sotto di strade esistenti (interpoderali, comunali, provinciali), aree dove ovviamente non è prevista la permanenza stabile di persone per oltre 4 ore.

Attualmente è diffusa un'altra configurazione geometrica della terna, in cui si prevede una struttura elicoidale (cordata) dei conduttori. In tale configurazione la ridotta distanza tra i conduttori e la continua trasposizione delle fasi fornita dalla cordatura (ricordiamo che linee con le fasi trasposte, cioè ottimizzate, abbattano il campo magnetico), fa sì che l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T venga raggiunto a distanze brevissime (0.5 – 0.8 m) dall'asse del cavo. Pertanto per cavidotti con tale configurazione l'impatto elettromagnetico è da considerarsi sempre trascurabile.

Maggiori dettagli sulla corrente massima trasportata e le caratteristiche dei conduttori sono riportati in tabella 6. I valori del campo magnetico sono stati misurati all'altezza di posa dei conduttori (-1,20 m dal livello del suolo), al suolo e ad altezza dal suolo di 1,50 m. Più precisamente, i risultati di seguito riportati in figura 1 illustrano l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori e l'andamento del campo magnetico sull'asse ortogonale.

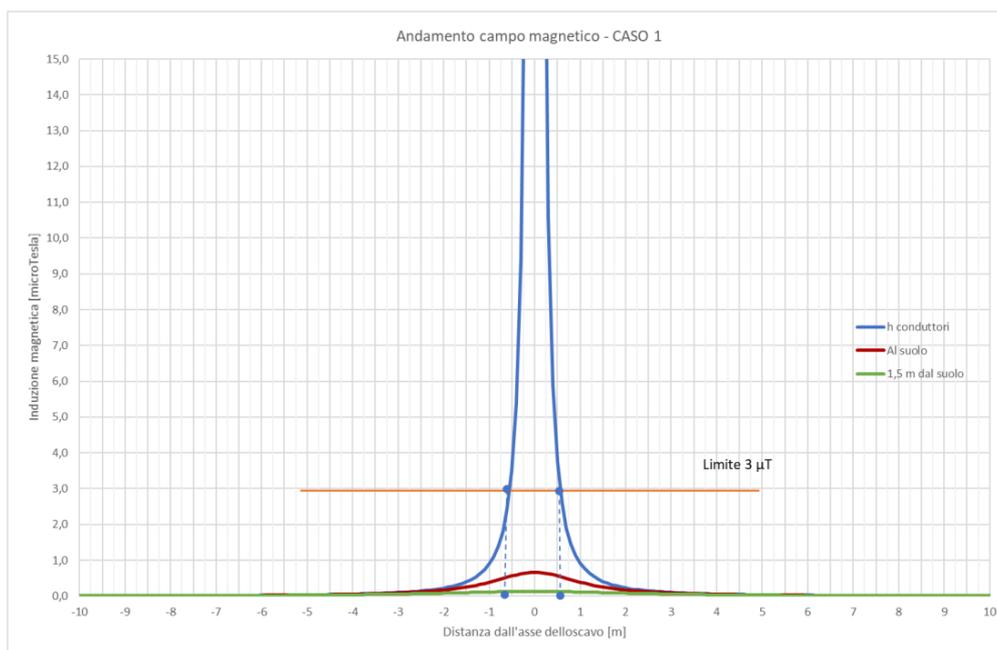


Figura 1 - Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica

Distanza dai cavi [m]	Altezza conduttori [ $\mu T$ ]	Al suolo [ $\mu T$ ]	A 1,5 m dal suolo [ $\mu T$ ]
-10	0,009	0,009	0,008
-9	0,011	0,011	0,010
-8	0,014	0,014	0,013
-7	0,019	0,018	0,016
-6	0,025	0,024	0,021
-5	0,036	0,034	0,028
-4	0,057	0,052	0,039
-3	0,100	0,087	0,056
-2	0,225	0,168	0,082
-1	0,893	0,382	0,112
0	768,493	0,667	0,128
1	0,924	0,388	0,112
2	0,229	0,171	0,082
3	0,102	0,088	0,057
4	0,057	0,053	0,039
5	0,036	0,035	0,028
6	0,025	0,024	0,021
7	0,019	0,018	0,016
8	0,014	0,014	0,013
9	0,011	0,011	0,010
10	0,009	0,009	0,009

Tabella 6 - Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

**Possiamo pertanto concludere che l'impatto elettromagnetico indotto dai cavi MT è praticamente nullo in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.**

#### **5.4 CABINE LETTRICHE BT/MT**

La fascia di rispetto della cabina di trasformazione dell'impianto è calcolata sulla base della metodologia di calcolo semplificato descritta nel DM 29/05/08 pubblicata sulla gazzetta ufficiale n.156 del 5 luglio 2008 S.O. n. 160, mediante l'individuazione della distanza di prima approssimazione D.p.a., ottenuta applicando la seguente formula:

$$D_{pa} = 0,40942\sqrt{Ix}^{0,5241}$$

dove

I = corrente nominale (secondaria del trasformatore) [A];

x = diametro dei cavi in uscita dal trasformatore [m];

Sia nel caso della Cabina di raccolta che nel caso delle Cabine di trasformazione e Utente, in ottemperanza al DM 29/05/08 precedentemente citato, è stata prevista una fascia di rispetto espressa a titolo cautelativo mediante l'individuazione della distanza di prima approssimazione. A titolo conservativo è stata scelta come D.p.a. il valore massimo riportato nella tabella dell'art. 5.2.1 del DM 29/05/08 e pari a 2,5 m.

**Saranno pertanto previste attorno alla cabina di consegna ed alle cabine di trasformazione delle fasce di terreno di 2,5 m mantenuta libera da qualsiasi struttura.**

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

### **5.5 STAZIONE DI ELEVAZIONE DI UTENZA (SEU)**

L'energia Elettrica Trifase in Media Tensione a 20 kV in uscita dall'Impianto dalle Cabine di raccolta sarà convogliata presso la Stazione di Elevazione di Utenza.

Qui è previsto:

- un ulteriore innalzamento della tensione con una trasformazione 20/150 kV;
- la misura dell'energia prodotta.

La sottostazione avrà una superficie di circa 2.000 mq. Al suo interno sarà presente un edificio adibito a locali tecnici, in cui saranno allocati gli scomparti MT, i quadri BT, il locale comando controllo ed il gruppo elettrogeno. È prevista altresì la realizzazione di uno stallo di trasformazione. Il trasformatore 20/150 kV avrà potenza nominale di 25 MVA raffreddamento in olio ONAN/ONAF, con vasca di raccolta sottostante, in caso di perdite accidentali. Oltre al trasformatore MT/AT saranno installate apparecchiature AT per protezione, sezionamento e misura:

- scaricatori di tensione;
- sezionatore tripolare con lame di terra;
- trasformatori di tensione induttivi per misure e protezione;
- interruttore tripolare 150kV;
- trasformatori di corrente per misure e protezione;
- trasformatori di tensione induttivi per misure fiscali.

L'area della sottostazione sarà delimitata da una recinzione con elementi prefabbricati "a pettine", che saranno installati su apposito cordolo in calcestruzzo (interrato).

La finitura del piazzale interno sarà in asfalto. In corrispondenza delle apparecchiature AT sarà realizzata una finitura in ghiaietto. Per quanto concerne la determinazione della fascia di rispetto, la S.E.U. è del tutto assimilabile ad una Cabina Primaria, per la quale la fascia di rispetto rientra nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto (area recintata). Ciò in

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

conformità a quanto riportato al paragrafo 5.2.2 dell'Allegato al Decreto 29 maggio 2008 che afferma che: per questa tipologia di impianti la Dpa e, quindi, la fascia di rispetto, rientrano generalmente nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso.

L'impatto elettromagnetico nella SEU è essenzialmente prodotto:

- all'utilizzo dei trasformatori BT/MT;
- alla realizzazione delle linee/sbarre aeree di connessione tra il trafo, le apparecchiature elettromeccaniche e l'area TERNA (rete di distribuzione nazionale).
- L'impatto generato dalle sbarre AT è di gran lunga quello più significativo e pertanto si propone il calcolo della fascia di rispetto dalle sbarre AT.

Le sbarre AT sono assimilabili ad una linea aerea trifase 150 kV, con conduttori posti in piano ad una distanza reciproca di 2,2 m, ad un'altezza di circa 4,5 m dal suolo, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate.

Nel caso in esame abbiamo:

- S (distanza tra i conduttori) = 2,2 m;
- Pn = Potenza massima dell'impianto (18,871 MW);
- Vn = Tensione nominale delle sbarre AT (150 kV);

Pertanto si avrà:

$$I = \frac{P_n}{(V_n \times 1,73 \times \cos\alpha)} = 72,86 \text{ A}$$

ed utilizzando la formula di approssimazione proposta al paragrafo 6.2.1 della norma CEI 106-11, si avrà:

$$R' = 0,34 \times \sqrt{2,2 \times 72,86} = 7,38 \text{ m}$$

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

Valore al di sotto della distanza delle sbarre stesse dal perimetro della SEU (distanza minima dalla recinzione circa 10 m), e di fatto pari quasi all'altezza delle stesse sbarre (come detto pari a 4,5 m).

In conclusione:

- in conformità a quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 la Distanza di Prima Approssimazione (Dpa) e, quindi, la fascia di rispetto rientra nei confini dell'area di pertinenza della cabina di trasformazione in progetto;
- la sottostazione di trasformazione è comunque realizzata in un'area agricola, con totale assenza di edifici abitati per un raggio di almeno 1000 m.
- all'interno dell'area della sottostazione non è prevista la permanenza di persone per periodi continuativi superiori a 4 ore con l'impianto in tensione.

**Pertanto, si può quindi affermare che l'impatto elettromagnetico su persone prodotto dalla realizzazione della cabina di trasformazione è trascurabile.**

#### **5.6 LINEA ELETTRICA AT**

Nel caso della linea AT a 150 kV in Uscita dalla Sottostazione di Elevazione di Utenza (S.E.U.) alla Stazione di Smistamento, trattasi di linea Interrata con Cavi disposti a Trifoglio ed Interrati ad una profondità di 160 cm al di sotto del piano di campagna.

Per questa tipologia di linee l'Allegato A alle Linee Guida per l'Applicazione del Paragrafo 5.1.3 del DM 29.05.08 "Distanza di Prima approssimazione (DPA) da Linee di Cabine Elettriche" redatto da Enel Distribuzione, prevede una Dpa pari a 3.1 metri.

Da tenere conto che tale Dpa è stata calcolata considerando una corrente di impiego di  $I = 1110$  A mentre nel nostro caso la corrente di impiego assume un valore a  $I = 72,86$  A circa. La posa dei cavi avviene al di sotto di strade esistenti (comunali), aree dove ovviamente non è prevista la permanenza stabile di persone per oltre 4 ore e/o la costruzione di edifici.

	Relazione impatto elettromagnetico	Codice Elaborato: C_023_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 19.021 KW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Sessa Aurunca	Data: 11/2021

**Per tale motivo, considerando l'interramento del Linea AT ad una profondità di 1,6 metri, la posa su aree dove non è prevista la presenza umana per più di 4 ore consecutive, si può quindi affermare che l'impatto elettromagnetico su persone prodotto dalla realizzazione della Linea AT di Collegamento alla Stazione di Smistamento sia Trascurabile.**

## **6. CONCLUSIONI**

A seguito delle Analisi sopra riportate, si può affermare che la realizzazione dell'Impianto fotovoltaico ed in particolare delle seguenti apparecchiature elettriche comporta rischi trascurabili in merito agli effetti dei campi elettro magnetici sulle persone e quindi non si ritiene necessario l'utilizzo di mitigazioni degli impatti