



REGIONE CAMPANIA  
PROVINCIA DI CASERTA  
COMUNE DI CASTEL VOLTURNO



Soggetto Responsabile:

MYT RENEWABLES DEVELOPMENT 5 S.R.L.

Piazza Fontana, 6  
Milano (MI) Cap. 20122  
P.Iva 13075240963  
mytdevelopment5srl@legalmail.it

## IMPIANTO FV C\_049

Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva 20.384,00 kWp e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, sito nel comune di Castel Volturno

# RELAZIONE IMPATTO MAGNETICO

Progettazione:  Via Leonardo da Vinci, 78  
80040 S. Sebastiano al V. (NA)  
P.IVA 07857041219 Via Alessandro Nunziante, 1  
[www.mari-ingegneria.it](http://www.mari-ingegneria.it) 81049 Mignano Monte L. (CE)

Il Tecnico

Ing. Riccardo Mai




	Ing. R. A. Rossi						
	Ing. V. Villano						
	Ing. G. Sbriglia						
	Geom. S. Martino	Ing. G. Ponente	Ing. R. Mai	emissione	11/2023		
PROTOCOLLO	REDATTO	CONTROLLATO AUTORIZZATO		CAUSALE	DATA	REVISIONE	

Doc	C_049_DEF_RS_06	Formato	A4	Scala	-
-----	-----------------	---------	----	-------	---

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MYT RENEWABLES DEVELOPMENT 5 S.R.L, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MYT RENEWABLES DEVELOPMENT 5 S.R.L si riserva il diritto di ogni modifica.

## Sommario

INTRODUZIONE.....	3
1. RIFERIMENTI NORMATIVI .....	3
2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....	6
2.1. Descrizione delle opere di connessione .....	12
3. CALCOLO DELLE DPA.....	13
3.1. Sezione impianto in corrente continua .....	13
3.2. Cabina di campo e d'impianto .....	14
3.3. Cavidotto interrato 36 KV.....	16
4. CAMPI ELETTRICI .....	19
5. VALUTAZIONE DELLA SENSIBILITÀ.....	19

	Relazione impatto magnetico	Codice Elaborato: C_049_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 20.384 kW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Castel Volturno	Data: 11/2023

## INTRODUZIONE

La società **MYT RENEWABLES DEVELOPMENT 5 s.r.l.** è titolare di una **STMG** rilasciata da **TERNA S.p.a.**, cod. pratica **202200881**, regolarmente accettata in data **03/11/2022**, (allegato *DOC\_AMM\_14*) che prevede un collegamento in antenna a 36 kV su una futura **Stazione Elettrica (SE) della RTN** a 380/150/36 kV da realizzarsi in Cannello ed Arnone e da collegare in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Garigliano ST – Patria", previa realizzazione degli interventi sulla rete AT per la raccolta della produzione rinnovabile tra Lazio e Campania (Intervento 517-P) previsti dal Piano di Sviluppo Terna.


Tale documento costituisce la reazione tecnica relativa all'analisi dei campi elettromagnetici generati dall'impianto fotovoltaico di potenza pari **20.384,00 kWp**, di cui **12.152,00 kWp** prodotti dal campo FV A (coordinate 41° 05'14.54"N - 13°58'24.49"E) e **8.232,00 kWp** dal campo FV B (coordinate 41°03'37.4"N -13°57'06.0" E), da realizzarsi nel comune di **Castel Volturno (CE)**

La potenza elettrica dell'impianto FV in immissione, pari a **20.000,00 kW**, sarà erogata in alta tensione per mezzo di una cabina di impianto, dalla quale partirà un **cavidotto interrato in AT a 36 kV**, di lunghezza pari a circa **12'277 ml**, che si collegherà su una futura stazione elettrica (SE) della RTN da realizzarsi nel comune di Cannello ed Arnone, coordinate 41° 02'24.72"N - 14° 01'54.89"E

## 1. RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- Legge del 22/02/01 n° 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM del 8/07/03 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e


	Relazione impatto magnetico	Codice Elaborato: C_049_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 20.384 kW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Castel Volturno	Data: 11/2023

ma-gnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”, in attuazione dell’art. 4 comma 2 lettera a) della Legge 36/2001;

- DM 29 maggio 2008:
  - a) approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (GU n. 156 del 5/7/2008 – Suppl. Ordinario n. 160);
  - b) approvazione delle procedure di misura e valutazione dell’induzione magnetica (GU n. 153 del 2/7/2008);
- Raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio dell’Unione Europea del 12 Luglio 1999 relativa alla limitazione dell’esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 Ghz;
- CEI 11-60 “Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV”;
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica – linee in cavo”;
- CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 Luglio 2003 (Art.6) – Parte I”;
- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche;

Si sottolinea che emesso in esecuzione della Legge 36/2001 e del D.P.C.M. 08/07/2003, il D.M. del 29/05/2008 ha definito i criteri e la metodologia per la determinazione delle fasce di rispetto. Ai fini della presente relazione risultano fondamentali le seguenti definizioni:

- portata in corrente in servizio normale (I<sub>sn</sub>): 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;

	Relazione impatto magnetico	Codice Elaborato: C_049_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 20.384 kW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Castel Volturno	Data: 11/2023


- portata di corrente in regime permanente: massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17);
- fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità;
- Distanza di prima Approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, della proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

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

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

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

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

	Relazione impatto magnetico	Codice Elaborato: C_049_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 20.384 kW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Castel Volturno	Data: 11/2023

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

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

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

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

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

## 2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto FV sarà costituito: da un totale di **29.120 moduli** fotovoltaici da 700 Wp disposti su 1040 tracker mono-assiali ancorati direttamente al suolo tramite pali infissi nel terreno senza utilizzo di fondazione in cemento; da n. **9 cabine di campo**; da **1 cabina di raccolta** nel campo FV A; da n. **1 cabina di impianto** e utenze nel campo FV B;

Inoltre, il campo sarà suddiviso in **18 isole totali**;

## CAMPO A:

- **Isola 1 - (potenza tot. installata: 1.215,2 kWp)**  
n° moduli installati: 1.736
- **Isola 2 - (potenza tot. installata: 1.215,2 kWp)**  
n° moduli installati: 1.736
- **Isola 3 - (potenza tot. installata: 1.215,2 kWp)**  
n° moduli installati: 1.736
- **Isola 4 - (potenza tot. installata: 1.195,6 kWp)**  
n° moduli installati: 1.708
- **Isola 5 - (potenza tot. installata: 1.195,6 kWp)**  
n° moduli installati: 1.708
- **Isola 6 - (potenza tot. installata: 1.195,6 kWp)**  
n° moduli installati: 1.708
- **Isola 7 - (potenza tot. installata: 1.234,8 kWp)**  
n° moduli installati: 1.764
- **Isola 8 - (potenza tot. installata: 1.234,8 kWp)**  
n° moduli installati: 1.764
- **Isola 9 - (potenza tot. installata: 1.274 kWp)**  
n° moduli installati: 1.820
- **Isola 10 - (potenza tot. installata: 1.176 kWp)**  
n° moduli installati: 1.680

## CAMPO B:

- **Isola 11 - (potenza tot. installata: 1.019,2 kWp)**  
n° moduli installati: 1.456
- **Isola 12 - (potenza tot. installata: 1.019,2 kWp)**  
n° moduli installati: 1.456
- **Isola 13 - (potenza tot. installata: 1.019,2 kWp)**  
n° moduli installati: 1.456
- **Isola 14 - (potenza tot. installata: 1.019,2 kWp)**  
n° moduli installati: 1.456
- **Isola 15 - (potenza tot. installata: 1.019,2 kWp)**  
n° moduli installati: 1.456
- **Isola 16 - (potenza tot. installata: 1.038,8 kWp)**  
n° moduli installati: 1.484
- **Isola 17 - (potenza tot. installata: 1.038,8 kWp)**

n° moduli installati: 1.484

- **Isola 18 - (potenza tot. installata: 1.058,4 kWp)**

n° moduli installati: 1.512

Le isole saranno costituite da 2.080 stringhe composte da **14** moduli.




Immagine 1 – Planimetria dell'impianto su base catastale

Moltiplicando il numero di pannelli per la potenza erogabile dal singolo si ottiene la massima potenza installabile presunta:  $29.120 \cdot 0,70 = 20.384,00$  kWp.

I moduli fotovoltaici verranno fissati su delle strutture in tubolari metallici opportunamente dimensionate e fissate in modo da sostenere il peso proprio dei pannelli fotovoltaici e resistere alla spinta ribaltante del vento.



	Relazione impatto magnetico	Codice Elaborato: C_049_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 20.384 kW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Castel Volturno	Data: 11/2023

La tecnologia scelta per i **moduli** è di tipo **monocristallino**, con potenza di picco pari a **700 Wp** che saranno posizionati su tracker orientati all'asse nord-sud, in grado di ruotare lungo detto asse, così da massimizzare la produzione.

L'installazione dei pannelli fotovoltaici sarà realizzata su tracker ad asse singolo (Y) ancorati direttamente al suolo tramite pali infissi nel terreno senza utilizzo di alcun tipo di fondazione in cemento. Il campo fotovoltaico sarà esposto, con un orientamento azimutale a +/- 90° EST e avrà un'inclinazione variabile rispetto all'orizzontale di +/- 55°. Tale utilizzazione è la più idonea al fine di massimizzare la resa dell'impianto incrementando il rendimento di c.ca il 18%.

Il posizionamento dei pannelli sarà eseguito in modo da mantenere il fattore di riduzione delle ombre pari a 0,95, garantendo così che le perdite di energia derivanti da fenomeni di ombreggiamento non siano superiori al 5% su base annua.

Ogni isola avrà un unico convertitore statico dimensionato in base alla potenza di ingresso.

Il collegamento tra i moduli che compongono ciascuna stringa sarà realizzato, per quanto possibile, con i cavi di cui sono dotati i moduli. Ogni isola sarà composta da quadri di campo nei quali afferiranno stringhe per il parallelo; in ogni quadro alloggeranno gli organi di sezionamento e protezione da sovracorrenti e sovratensioni. Nella tabella di seguito è riportato il numero di quadri di campo per ciascuna isola con indicazione del numero di stringhe in parallelo per ognuno di essi:

Isola	n° Tracker	n° moduli per stringa	Tot stringhe	n° stringhe in parallelo	n° Q.d.C.	n° TOT Q.d.C.
1	62	14	124	31	4	4
2	62	14	124	31	4	4
3	63	14	126	31	2	4
				32	2	
4	63	14	126	31	2	4
				32	2	
5	62	14	124	31	4	4
6	65	14	130	32	2	4
				33	2	
7	60	14	120	30	4	4
8	61	14	122	30	2	4
				31	2	
9	61	14	122	30	2	4
				31	2	
10	61	14	122	30	2	4
				31	2	
11	53	14	106	26	2	4
				27	2	
12	52	14	104	26	4	4
13	54	14	108	27	4	4
14	52	14	104	26	4	4
15	52	14	104	26	4	4
16	52	14	104	26	4	4
17	52	14	104	26	4	4
18	52	14	104	26	4	4


Tabella 1 – Calcolo quadri di campo

Dai quadri di campo partiranno cavi interrati opportunamente dimensionati e connessi agli inverter.

L'uscita trifase di ciascun inverter si attesterà poi sul lato BT del trasformatore elevatore.

All'interno della cabina di campo sarà alloggiato il trasformatore BT/AT, di potenza 2.500 kVA, che permette l'elevazione della tensione al livello 36 kV, con il quale viene effettuata la distribuzione principale di ciascuna area. Le cabine di campo saranno collegate alla cabina di impianto AT a 36 kV situata in posizione perimetrale al campo stesso.

Le cabine di campo del campo "A" saranno collegate ad una cabina di raccolta, situata nei pressi del medesimo campo, a sua volta collegata alla cabina di impianto AT a 36 kV situata in

	Relazione impatto magnetico	Codice Elaborato: C_049_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 20.384 kW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Castel Volturno	Data: 11/2023


posizione perimetrale al campo "B", in cui alloggerà un locale per la raccolta per il campo "B" a cui saranno collegate le cabine di campo dello stesso.

L'elettrodotto di collegamento tra la cabina di campo e d'impianto sarà costituito da cavi elicoidali da 70 mm<sup>2</sup>.

Dalla cabina di impianto avrà origine il collegamento alla futura SE in cavidotto interrato AT a 36 kV della lunghezza di circa 12,277 km. Tale cavidotto in alta tensione si sviluppa interamente su sede stradale. Il tracciato consiste in una linea interrata in alta tensione (36 kV) della lunghezza complessiva di circa 12,277 km che si sviluppa al di sotto di viabilità esistente, collegando il campo fotovoltaico alla Stazione Elettrica. L'elettrodotto sarà costituito da due terne a 36 kV che si congiungeranno in prossimità della stazione elettrica. Il cavo elicoidale utilizzato per l'elettrodotto è da 185 mm<sup>2</sup>. I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1.4 m. All'interno dello stesso scavo sarà predisposto un tritubo, quale predisposizione per il passaggio della fibra ottica per la trasmissione dei dati di impianto.

In sintesi:

- N. 29.210 moduli Fotovoltaici che costituiscono l'elemento tecnologico che genera la conversione fotovoltaica dei raggi solari in energia elettrica;
- N. 2.080 stringhe fotovoltaiche in corrente continua che costituiscono il collegamento in serie di uno specifico numero di moduli fotovoltaici;
- N. 1.040 sistemi ad inseguimento mono-assiali (Tracker): sono le strutture fissate al suolo su cui sono installati i moduli fotovoltaici di tipo ad inseguimento mono-assiale Est-Ovest;
- N. 9 Cabine di campo, trattasi di cabine prefabbricate, oppure container delle stesse dimensioni, ciascuna con superficie lorda complessiva pari a 6,058x3,689 mm ed altezza pari a 2,44 m costituite da più vani e al loro interno saranno installati:
  - ✓ Trasformatore elevatore a 36 kV;
  - ✓ Quadro 36 kV;
  - ✓ Trasformatore per i servizi ausiliari;

	Relazione impatto magnetico	Codice Elaborato: C_049_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 20.384 kW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Castel Volturno	Data: 11/2023


- ✓ Quadri BT;
- ✓ Inverter.
- N. 1 cabina di impianto: di dimensioni indicative 16,0 x 4,0 m, all'interno della quale saranno presenti i quadri a 36 kV, a 0,4 kV e a bassissima tensione, necessari per il trasporto dell'energia prodotta nonché per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto.
- Cavidotti interrati a 36 kV per il collegamento tra le varie cabine di campo e la cabina d'impianto;
- Cavidotto interrato a 36 KV che congiunge la cabina di impianto alla futura SE.

## 2.1. Descrizione delle opere di connessione

L'impianto fotovoltaico sarà connesso tecnicamente in antenna alla sezione 36 kV di una stazione elettrica RTN di nuova realizzazione. La connessione a partire dall'area di impianto avverrà attraverso una linea in cavo interrato di lunghezza pari a circa 12,277 km in arrivo alla stazione Terna, all'interno di una cabina di impianto, costituita da un dispositivo generale ed un dispositivo di interfaccia e tutti gli apparati di gestione e controllo dell'impianto fotovoltaico ridondanti rispetto a quelli presenti internamente all'area di impianto fotovoltaico (cabina generale 36 kV di impianto).

All'interno della sezione 36 kV della nuova stazione Terna verrà predisposta una cella 36 kV per la connessione dell'impianto fotovoltaico in oggetto. La cella designata, facente parte di un quadro 36 kV isolato in aria, potrà accogliere fino a n.2 terne in parallelo (così come riportato nelle indicazioni preliminari del nuovo allegato A.68 in bozza fornito da Terna e tuttora in fase di definizione).

Le apparecchiature elettriche installate in cabina devono essere rispondenti alle specifiche norme CEI applicabili.

	Relazione impatto magnetico	Codice Elaborato: C_049_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 20.384 kW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Castel Volturno	Data: 11/2023

### 3. CALCOLO DELLE DPA

#### 3.1. Sezione impianto in corrente continua

La sezione dell'impianto in corrente continua è costituita dai collegamenti elettrici dei cavi che compongono le stringhe fotovoltaiche che congiungono i moduli fotovoltaici ai quadri di campo e i quadri di campo all'inverter.

Occorre precisare che Il DPCM 8 Luglio 2003 non tratta le correnti continue (0 Hz), essendo queste ultime molto meno rilevanti ai fini della sicurezza della salute umana rispetto alle correnti in corrente alternata. Pertanto ai fini della presente relazione si fa riferimento al documento "Raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 Ghz".

Tale documento ai fini della tutela della salute umana, definisce quale valore di riferimento per l'induzione magnetica da non superare per frequenze 0-1 Hz il seguente valore:  $4 \times 10^4 \mu\text{T}$ .


L'installazione dei cavi di stringa in corrente continua andrà eseguita a "regola dell'arte", prevedendo che la spira che si forma tra il conduttore positivo e negativo sia di ampiezza più piccola possibile. In questo modo si limita l'intensità della sovratensione indotta che si genera ai capi della spira a seguito di una fulminazione. In alternativa, si ottiene lo stesso effetto, se si installano il conduttore positivo e negativo in modo twistato tra di loro.

In entrambi i casi l'effetto che si genera è ridurre la distanza tra il polo positivo e negativo del circuito bifase, limitando notevolmente l'intensità del campo magnetico.

Nel caso del sistema in corrente continua costituito dalle stringhe fotovoltaiche, risultando un sistema bifilare, la formula per la determinazione del campo magnetico è:

$$B(\mu\text{T}) = 0,2 \times \frac{I}{D^2} \times S$$

In cui risulta:

	Relazione impatto magnetico	Codice Elaborato: C_049_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 20.384 kW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Castel Volturno	Data: 11/2023

B=induzione magnetica

I= corrente che percorre i conduttori (A)

S=distanza tra le fasi (m)

D= Distanza tra i conduttori ed il punto "P" oggetto del calcolo (m)

- Nei cavi di stringa che congiungono i moduli fotovoltaici ai quadri di campo, la stringa fotovoltaica è attraversata dal valore massimo di corrente erogabile dal modulo fotovoltaico, il quale nel nostro caso è pari a  $I_{sc} = 18,62 \text{ A}$ ;
- Nei cavi di stringa che congiungono i quadri di campo agli inverter, la stringa fotovoltaica è attraversata dal valore massimo di corrente erogabile dal modulo fotovoltaico per il numero di stringhe disposte in parallelo nel suddetto quadro.

Si esprime la formula precedente in funzione della distanza D del sistema bifilare ed imponendo il valore di riferimento  $B = 4 \times 10^{-4} = 40000 \mu\text{T}$ .

*I risultati ottenuti mostrano che la distanza minima che garantisce il non superamento del limite imposto in corrente continua al valore dell'induzione magnetica  $B = 40000 \mu\text{T}$  è praticamente trascurabile essendo molto prossima a zero.*

### 3.2. Cabina di campo e d'impianto


Gli inverter presenti nelle cabine di campo saranno 10 del tipo INGECON SUN 1000TL B360 (potenza nominale 1,010 – 1,297 kW) per il campo A ed 8 del tipo INGECON SUN 830TL B300 (potenza nominale 841 – 1,081 kW) per il campo B.

Ogni cabina di campo sarà costituita da 2 convertitori statici e da un trasformatore AT/BT trifase in resina di potenza nominale pari a 2500 kVA, per un totale di 9 cabine di campo.

All'interno della cabina d'impianto saranno presenti i quadri a 36 kV, a 0,6 kV e a bassissima tensione, necessari per il trasporto dell'energia prodotta nonché per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto.

	830TL B300	1000TL B360	1070TL B385	1110TL B400	1140TL B410
<b>Input (DC)</b>					
Recommended PV array power range <sup>(1)</sup>	841 - 1,081 kWp	1,010 - 1,297 kWp	1,080 - 1,387 kWp	1,122 - 1,441.1 kWp	1,150 - 1,477 kWp
Voltage Range MPP <sup>(2)</sup>	440 - 820 V	524 - 820 V	560 - 820 V	580 - 820 V	595 - 820 V
Maximum voltage <sup>(3)</sup>	±050 V				
Maximum current	±000 A				
N° inputs with fuse holders	5 up to 15 (up to 12 with the combiner box)				
Fuse dimensions	63 A / 1,000 V to 630 A / 1,000 V fuses (optional)				
Type of connection	Connection to copper bars				
Number of power blocks	1				
MPPT	1				
Max. current at each input	From 40 A to 410 A for positive and negative poles				
<b>Inputs protection</b>					
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)				
DC switch	Motorized DC load break disconnect				
Other protections	Up to 15 pairs of DC fuses (optional) / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton				
<b>Output (AC)</b>					
Power @35 °C / @50 °C <sup>(4)</sup>	831.4 kVA / 765 kVA	997.7 kVA / 918 kVA	1,066.9 kVA / 981.8 kVA	1,108.6 kVA / 1,020 kVA	1,136.2 kVA / 1,045.6 kVA
Current @35 °C / @50 °C <sup>(4)</sup>	1,600 A / 1,472 A				
Rated voltage <sup>(5)</sup>	300 V IT System	360 V IT System	385 V IT System	400 V IT System	410 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz				
Power Factor adjustable	Yes, 0-1 (leading / lagging)				
THD (Total Harmonic Distortion) <sup>(6)</sup>	<3%				
<b>Output protections</b>					
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)				
AC breaker	Motorized AC circuit-breaker				
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection				
Other protections	AC short circuits and overloads				
<b>Features</b>					
Maximum efficiency	98.7%		98.9%		
Euroefficiency	98.3%		98.6%		
Max. consumption aux. services	4,700 W (25 A)				
Stand-by or night consumption <sup>(7)</sup>	60 W				
Average power consumption per day	2,000 W				
<b>General Information</b>					
Operating temperature	-20 °C to +65 °C				
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%				
Protection class	IP54 (IP56 with the sand trap kit)				
Corrosion protection	C5H				
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingesim's solar sales department)				
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase + neutral power supply)				
Air flow range	0 - 7,800 m³/h				
Average air flow	4,200 m³/h				
Acoustic emission (100% / 50% load)	<65 dB(A) at 10m / <54.5 dB(A) at 10m				
Marking	CE				
EMC and security standards	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 60178, FGD Part 15, AS3100				
Grid connection standards	IEC 62116, Arista 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Tema A68, G59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie 2011, P.O.12.3, South African Grid code (ver. 2.6), Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE 1547.1, GGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid code, Jordan Grid Code, RETIE Colombia				

Immagine 2 – Scheda tecnica inverter

	Relazione impatto magnetico	Codice Elaborato: C_049_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 20.384 kW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Castel Volturno	Data: 11/2023

La fascia di rispetto delle cabine di campo e di impianto, da intendersi come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali), 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 (ingresso/uscita trasformatore del trasformatore) [A], pari a 4000 A (ogni inverter ha una corrente massima di 2000 A)


x = diametro dei cavi (conduttore + isolante) in uscita dal trasformatore [m], diametro esterno è pari a 92,7 mm = 0,0927 m (cavo di sezione 70 mm<sup>2</sup>).

*Saranno pertanto previste attorno alle cabine di campo e d'impianto delle fasce di terreno di 4,00 m mantenuta libera da qualsiasi struttura.*

### **3.3. Cavidotto interrato 36 KV**

Per il calcolo e la modellazione delle DPA in riferimento ai cavi AT si considera preponderante l'utilizzo di cavi elicordati, da cui si assume quanto riportato nelle norme CEI 106-11 e CEI 11-17. Difatti, sia all'interno della norma CEI 106-11, sia secondo quanto riportato nelle linee guida ENEL "Campi magnetici da correnti a 50 Hz - Distanza di Prima Approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche", l'effetto dovuto alla cordatura dei differenti conduttori anche grazie alle distanze ridotte e alla continua trasposizione tra di essi, fa risultare che l'obiettivo qualitativo dei 3µT sia raggiungibile a distanze approssimativamente inferiori ad 1 m, anche (50÷80 cm) dall'asse del cavo stesso.



	Relazione impatto magnetico	Codice Elaborato: C_049_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 20.384 kW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Castel Volturno	Data: 11/2023

- **Collegamento in cavo interrato AT tra cabina di campo e cabina d’impianto**

Il cavo impiegato per la distribuzione interna all’impianto, per la connessione tra le cabine di conversione e trasformazione e quella di impianto, ha un con di tensione 36kV, sezione 70 mm<sup>2</sup> (cavo tripolare ad elica visibile per posa interrata), con conduttore in rame.

- **Collegamento in cavo interrato 36 KV tra le cabine di impianto e la futura SE**

Il collegamento tra la cabina d’impianto 36kV e la futura Stazione Elettrica della RTN di Terna prevede l’utilizzo di due terne di cavi tripolari, sezione 150 mm<sup>2</sup>, con conduttore in rame.

La posa dei cavidotti prevede una quota di interro di circa a 1,4 m, quindi, sicuramente maggiore di 1 m; questo determina che le fasce di rispetto abbiano un’ampiezza inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i. e non è, dunque, necessario assumere alcuna DPA. Alla stessa conclusione giunge la norma CEI 106-11, che permette di determinare le fasce di rispetto per linee in cavo cordato ad elica sotterraneo.

*Pertanto nei casi in esame la determinazione della DPA associata del suddetto collegamento elettrico non risulta necessaria.*

Di seguito la tipologia di posa.

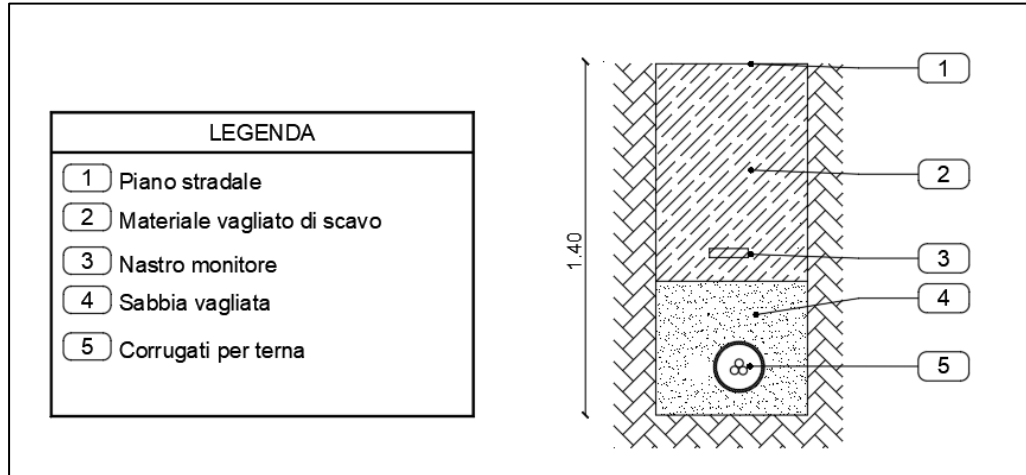


Immagine 3 – Sezione tipo elettrodotto collegamento tra cabina di campo e d'impianto

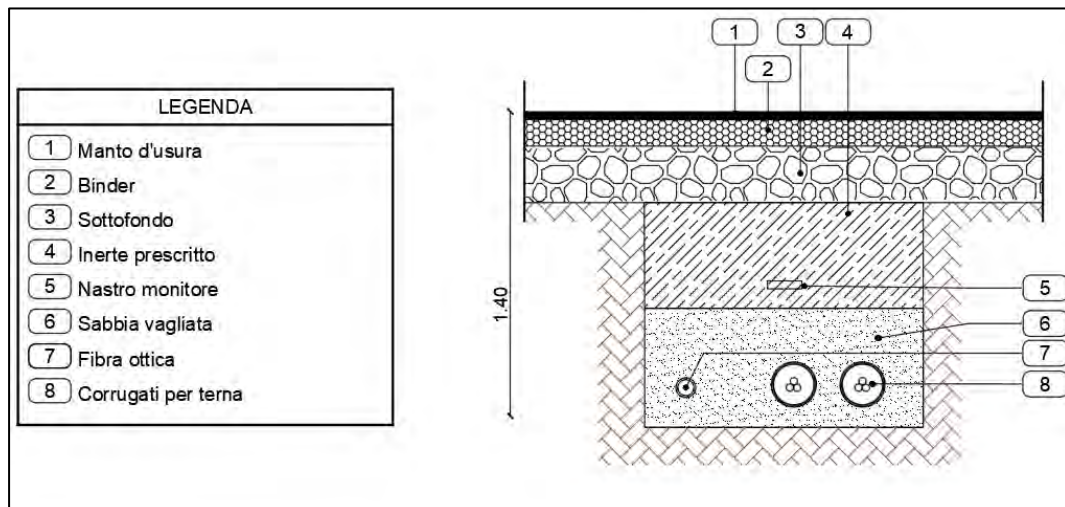



Immagine 4 – Sezione tipo elettrodotto collegamento tra cabina d'impianto e SE

	Relazione impatto magnetico	Codice Elaborato: C_049_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 20.384 kW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Castel Volturno	Data: 11/2023

Non si ravvisano ricettori all'interno della fascia di tracciato di posa dei cavi (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata). Non si ritiene necessario rappresentare il calcolo del campo elettrico inerente alla linea in esame in quanto, trattandosi di cavo provvisto di schermatura, il campo elettrico esterno alla schermatura risulterebbe nullo.

#### 4. CAMPI ELETTRICI

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

Infatti il cavo interrato 26-45 kV è caratterizzato dalla presenza dello schermo che rende il campo elettrico nullo al suo esterno.


Analoga considerazione vale per gli elementi interni alle cabine, sia per i cavi sia per gli scomparti AT disposti all'interno di armadi metallici connessi a terra.

#### 5. VALUTAZIONE DELLA SENSIBILITÀ

I recettori sensibili permanenti (abitazioni) distano circa 30 mt dall'impianto fotovoltaico e sono presenti in prossimità di un tratto stradale in cui passerà l'elettrodotto ma considerando che il campo magnetico decade a distanze molto ridotte, la sensibilità della popolazione residente può essere considerata trascurabile.

Infatti, dallo studio del campo elettromagnetico prodotto dalle opere relative all'Impianto di produzione da fonte fotovoltaica ubicato nel comune di Castel Volturno (CE), è emerso che:

- In riferimento alla sezione impianto in corrente continua costituito dai collegamenti elettrici delle stringhe fotovoltaiche colleganti i moduli fotovoltaici con gli inverter, trattandosi di un sistema in continua con frequenza 0 Hz, il valore dell'induzione magnetica generato è totalmente trascurabile rispetto ai valori di riferimento assunti dal documento "Raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999

	Relazione impatto magnetico	Codice Elaborato: C_049_DEF_RS_06
	Progettazione di un impianto agro-fotovoltaico di potenza complessiva di 20.384 kW e di tutte le opere ed infrastrutture connesse, nel comune di Castel Volturno	Data: 11/2023

relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 Ghz";

- Sia nel caso della Cabina di campo che nel caso delle Cabine di impianto 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 4,0 m.
- In riferimento al collegamento in cavo interrato 36 kV tra le cabine di campo e la cabina d'impianto e tra la cabina d'impianto e la futura SE, tale caso rientra tra i punti indicati al paragrafo 3.2 dell'allegato al DM 29/5/2008, "linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree)", per le quali l'applicazione della metodologia di calcolo è esclusa in quanto le fasce associabili hanno ampiezza ridotta inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n° 449/88 e dal decreto del Ministro dei lavori Pubblici del 16 Gennaio 1991.