



Impianto Agrivoltaico "OPPIDO"

Potenza DC di impianto 15,52 MWp - potenza AC di immissione in RTN 14,40 MW
Configurazione 1P agrivoltaico avanzato

Titolo

Relazione tecnica campi elettromagnetici

Scala	Formato Stampa	ID documento	Tipologia	Revisione
varie	varie	REL-03	R	00
	Foglio			

Proponente



ENGIE OPPIDO S.R.L.
VIA CHIESE n. 72,
20126 Milano - Italia
PEC: engieoppido@legalmail.it
Codice Fiscale e Partita IVA n° 12829630966
Iscriz. Reg. Imprese di Milano n° MI 2686929
Società con Socio Unico sottoposta all'attività di direzione e coordinamento di ENGIE

Coordinamento e Permitting



SINERGIA EGP
Energy Green Power

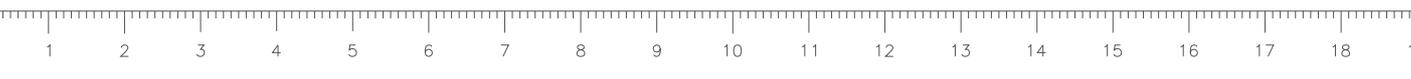
SINERGIA EGP1 S.R.L.
Centro Direzionale, IS. G1, SSC, INT 58
80143 Napoli PEC: sinergia.egp1@pec.it
Codice Fiscale e Partita IVA n° 09171211213
Rappresentante, Sviluppatore e Coordinatore: ing. Filippo Mercorio

Progettazione



STUDIO MASC SOC COOP, Ingegneria e consulenza
Via Fratelli Lumière, n. 20
80147 Napoli PEC: studiomasc@pec.it
Codice Fiscale e Partita IVA n° 10145081211
TEL. 081 18365653 - info@studiomasc.com

PROGETTO DEFINITIVO



Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	12/2023	Prima Emissione per autorizzazione			

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

INDICE

1.	PREMESSA.....	2
2.	GENERALITÀ.....	2
3.	ANALISI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	4
3.1.	Aspetti generali.....	4
3.2.	Calcolo delle DPA.....	7
3.3.	Campi elettrici.....	37
4.	CONCLUSIONI.....	38
5.	RIFERIMENTI NORMATIVI, LEGGI E PRESCRIZIONI.....	40

Allegati tecnici

Scheda tecnica modulo fotovoltaico

Scheda tecnica inverter fotovoltaico

Scheda tecnica cavo solare H1Z2Z2-K

Scheda tecnica cavo FG16OR16 0,6/1 kV

Scheda tecnica cavo FG16R16 0,6/1 kV

Scheda tecnica cavo ARE4H5EX 20,8/36 kV

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

1. Premessa

Il presente documento è parte integrante del progetto definitivo redatto per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico che il soggetto proponente ENGIE OPPIDO Srl con sede legale in Via Chiese n.72 e con P.IVA 12829630966 (di seguito indicato " Produttore"), intende realizzare nel Comune di Oppido Lucano (PZ), caratterizzato da una potenza di produzione di 15523,2 kWp e potenza nominale di 14400 kW.

Tale documento costituisce la relazione tecnica che tratta l'analisi dei campi elettromagnetici generati dall'impianto in oggetto.

2. Generalità

Si riporta la descrizione dell'impianto fotovoltaico in progetto.

L'impianto nel suo complesso è costituito dai seguenti elementi:

1) Impianto di utenza (di competenza del produttore):

- Moduli Fotovoltaici: costituiscono l'elemento tecnologico che genera la conversione fotovoltaica dei raggi solari in energia elettrica.

Il progetto prevede: 22176 moduli di potenza 700Wp ciascuno

- Stringhe fotovoltaiche in corrente continua: costituiscono il collegamento in serie di uno specifico numero di moduli fotovoltaici.

Il progetto prevede: 792 stringhe

- Sistemi ad inseguimento mono-assiale (Tracker): sono le strutture fissate al suolo su cui sono installati i moduli fotovoltaici di tipo ad inseguimento mono-assiale Est-Ovest.

Il progetto prevede: 754 tracker di tipo 1px28 e 76 tracker di tipo 1px14

- Inverter: costituisce il dispositivo che realizza la conversione elettrica dalla corrente continua alla corrente alternata.

Il progetto prevede: N° 45 Inverter modello Sungrow SG350HX caratterizzati dalla seguente potenza nominale: 320 kW

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

- Trasformatore 0,8/36 kV: è il dispositivo che innalza la tensione elettrica dal valore di uscita dell'inverter di 0,8 kV al valore di 36 kV compatibile con la connessione alla rete elettrica.

Il progetto prevede: N° 8 siffatti trasformatori

- N°1 x 1000 kVA
- N°1 x 1600 kVA
- N°1 x 2000 kVA
- N°3 x 2500 kVA
- N°2 x 3150 kVA

- Cabina di campo: è la cabina interna all'impianto fotovoltaico al cui interno sono installati i quadri elettrici, il trasformatore 0,8/36 kV e le relative apparecchiature elettromeccaniche.

Il progetto prevede: N° 8 cabine di campo

- Cabina di smistamento: è la cabina interna all'impianto fotovoltaico al cui interno sono installati i quadri elettrici e le relative apparecchiature elettromeccaniche, che raccolgono le linee elettriche a 36 kV provenienti dalle cabine di campo, realizzando le partenze delle linee sempre a 36 kV verso il punto di connessione alla rete elettrica nazionale (RTN)

Il progetto prevede: N° 1 cabina di smistamento

- Cavidotto interrato 36 kV di collegamento tra le cabine di campo e tra le cabine di campo e la cabina di smistamento: costituisce il collegamento elettrico esercito a 36 kV tra le cabine del campo fotovoltaico e la cabina di smistamento. Il progetto prevede un collegamento attraverso una linea ad anello aperto a 36 kV realizzato con cavi interrati in tubazione. In particolare il progetto prevede: N° 2 anelli aperti a 36 kV

- Cavidotto interrato 36 kV di collegamento tra la cabina di smistamento e la RTN: tale collegamento è realizzato attraverso una linea in cavo interrato 36 kV. Tale linea congiungerà in antenna la suddetta cabina di smistamento al nuovo stallo 36 kV da realizzare

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

2) Impianto di rete per la connessione (area di competenza RTN - Terna)

La Soluzione Tecnica minima generale elaborata da Terna (pratica 202202586) prevede che la centrale fotovoltaica in oggetto sarà connessa alla RTN mediante cavidotto interrato 36 kV in antenna collegato sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) 150 kV denominata "Oppido". Pertanto il suddetto collegamento in cavo 36 kV costituisce impianto di utenza (di competenza del produttore) mentre il nuovo stallo a 36 kV in arrivo costituisce impianto di rete per la connessione. Il confine funzionale, pertanto, è individuato in corrispondenza dei terminali del cavidotto interrato 36 kV che arriva dalla centrale fotovoltaica e si attesta sulla nuova cella da prevedere nella richiamata SE. Tale progetto non include la suddetta sezione di impianto; infatti l'ampliamento della stazione elettrica della RTN di "Oppido" di futura realizzazione è oggetto di un progetto autorizzativo dedicato che la società Terna sta conducendo ed è in fase di sviluppo.

3. Analisi dei campi elettromagnetici

3.1. Aspetti generali

In tale paragrafo si riporta l'analisi dei campi elettromagnetici, in riferimento all'impianto in oggetto.

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

- Legge del 22/02/01 n° 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM del 8/07/03 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", in attuazione dell'art. 4 comma 2 lettera a) della Legge 36/2001.
- DM 29 maggio 2008:
 - a) approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (GU n. 156 del 5/7/2008 – Suppl. Ordinario n. 160);
 - b) approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica (GU n. 153 del 2/7/2008);

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale  SINERGIA EGP Energy Green Power	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione  STUDIO MASC		

- 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 106-12 "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT"
- 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 (Isn): è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento;
- portata di corrente in regime permanente: massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17);
- fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità;
- Distanza di prima Approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, della proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine elettriche è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

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):

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

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

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

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

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.

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

3.2. Calcolo delle DPA

Si procede al calcolo delle DPA per i vari elementi costituenti l'impianto fotovoltaico in oggetto. In fase di sviluppo del progetto esecutivo potranno essere apportate modifiche nel rispetto dei limiti di quanto approvato in tale progetto definitivo.

a) Sezione di 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 all'inverter.

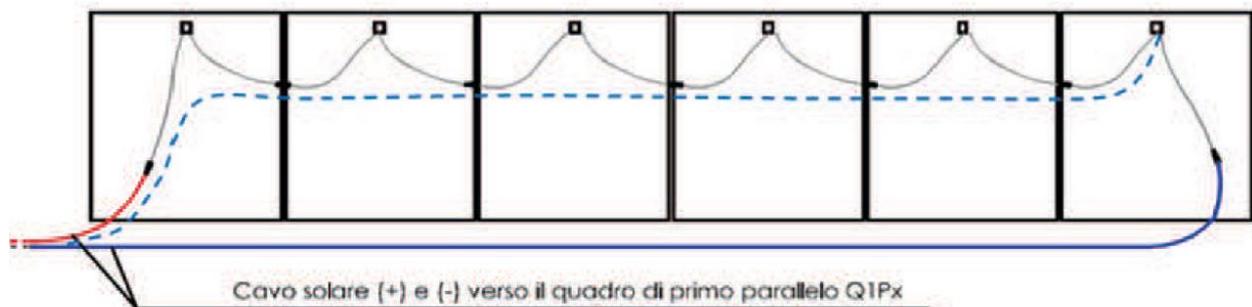
Occorre precisare che Il DPCM 8 Luglio 2003 non tratta le correnti continue (0 Hz), essendo queste ultime molto meno rilevanti ai fini della sicurezza della salute umana rispetto alle correnti in corrente alternata. Pertanto ai fini della presente relazione si fa riferimento al documento "1999/519/CE 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: $4 \times 10^4 \mu\text{T}$

E' evidente che tale limite in corrente continua (0 Hz) è estremamente più alto del valore di $3 \mu\text{T}$ definito come obiettivo di qualità dal DPCM 8 Luglio 2003 per frequenza di 50 Hz.

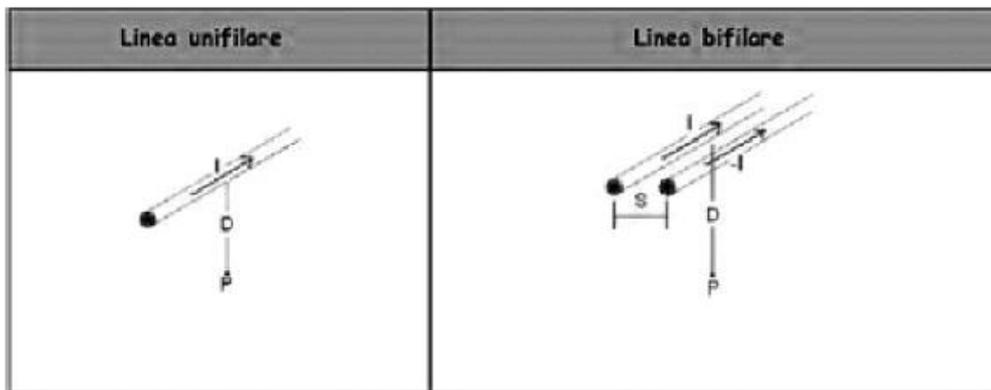
I cavi di stringa fotovoltaici colleganti i moduli fotovoltaici agli inverter attraversati da corrente continua, sono posati sempre con una coppia di cavi con polarità opposta: un polo positivo (+) ed un polo negativo (-). Ciascuno dei due cavi bipolari è attraversato da un valore di corrente uguale in valore assoluto ed opposto in segno.

Inoltre essi sono disposti a distanza molto ravvicinata tra loro, in molti casi a contatto e pertanto sono tali che il campo magnetico risultante prodotto dal polo positivo e dal polo negativo è fortemente limitato.



Come si evince dalla figura 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 B.

A sostegno di quanto asserito si applica la formula analitica riportata nella norma CEI 106-12, per effetto della quale è possibile calcolare il campo di induzione magnetica per un sistema unifilare e bifilare nel modo seguente:



Nel caso di linea unifilare la formula per la determinazione del campo magnetico è:

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

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

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

In cui risulta:

B = induzione magnetica (μT)

I = corrente che percorre i conduttori (A) = I_Z (portata di corrente)

S = distanza tra le fasi (m)

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

Si evince da tale espressione analitica normativa alcune considerazioni tecniche utili per la valutazione di quanto oggetto di tale relazione:

- Il campo magnetico generato dalle linee bifilari è inferiore a quello delle linee unifilari, a parità di altri parametri. Questo trova la sua giustificazione, come precedentemente esposto, dal fatto che i due conduttori ravvicinati sono attraversati dalla stessa corrente in valore assoluto ma di segno opposto, generando una compensazione sul valore del campo magnetico risultante.
- Per una linea bifilare percorsa da corrente uguali ed opposte, il campo di induzione decresce con il quadrato della corrente e decresce linearmente con la distanza tra le fasi.

Il calcolo della portata di corrente I_z , rispetto al quale viene eseguito il calcolo, è riportato nel documento di progetto costituente la Relazione tecnica impianti elettrici.

Si esegue una verifica numerica per dare riscontro che il valore del campo magnetico in tale sezione DC è tale da non superare il valore di riferimento individuato di $4 \times 10^4 \mu T$

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

$$D = \sqrt{\frac{0,2 \times I \times S}{B}}$$

Collegamento in corrente continua	Sezione	Corrente massima $I = I_z$	Distanza tra le fasi S	B	Distanza D	
	[mm ²]	[A]	[m]	[μT]	[m]	[cm]
Cavi di stringa che congiungono i tracker fotovoltaici agli inverter	6	28,8	1	40000	0,01200	1,20000
			0,5		0,00849	0,84853
			0,1		0,00379	0,37947
Si assume: $I = I_z =$ portata in regime permanente CEI 11-17						

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

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

b) Collegamento in cavo interrato di bassa tensione 230/400V tra le cabine di campo e di smistamento con i servizi ausiliari dell'impianto

Si determina il valore delle DPA relativamente al cavidotto interrato esercito in corrente alternata (AC) in bassa tensione (230/400V) collegante le cabine elettriche di campo e di smistamento con i vari servizi ausiliari dell'impianto: illuminazione, sistema di videosorveglianza ed antintrusione, sistemi attuatori tracker, etc.

Il cavo che realizza il collegamento interrato in oggetto è del tipo FG16OR16 0,6/1 kV con conduttore in rame ed isolamento in EPR.

I particolari costruttivi e dimensionali di tale cavidotto interrato sono riportati negli elaborati grafici componenti il presente progetto.

A tale proposito si richiama il paragrafo 3.2 dell'allegato al DM 29/5/2008 in cui si sottolinea che "le linee definite di prima classe secondo il decreto interministeriale 21/03/1988 n. 449" costituiscono uno dei casi di esclusione di applicazione di detta metodologia poiché in questo caso 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. Si richiama la definizione di linea elettrica di "*prima classe*" secondo il decreto interministeriale 21/3/1988 n. 449, sono linee elettriche di trasporto o distribuzione di energia elettrica, la cui tensione nominale è inferiore o uguale a 1000 V e le linee in cavo per illuminazione pubblica in serie la cui tensione nominale è inferiore o uguale a 5000 V.

Pertanto nel caso in esame la determinazione della DPA associata del suddetto collegamento elettrico non risulta necessaria.

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

c) Collegamento in cavo interrato di bassa tensione 800V tra gli inverter e le cabine di campo

Si determina il valore delle DPA relativamente al cavidotto interrato esercito in corrente alternata (AC) in bassa tensione (800V) collegante gli inverter con il quadro interno alle cabine di campo.

Il cavo che realizza il collegamento interrato in oggetto è del tipo FG16R16 0,6/1 kV con conduttore in rame ed isolamento in EPR.

I particolari costruttivi e dimensionali di tale cavidotto interrato sono riportati negli elaborati grafici componenti il presente progetto.

A tale proposito si richiama il paragrafo 3.2 dell'allegato al DM 29/5/2008 in cui si sottolinea che "le linee definite di prima classe secondo il decreto interministeriale 21/03/1988 n. 449" costituiscono uno dei casi di esclusione di applicazione di detta metodologia poiché in questo caso 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. Si richiama la definizione di linea elettrica di "prima classe" secondo il decreto interministeriale 21/3/1988 n. 449, sono linee elettriche di trasporto o distribuzione di energia elettrica, la cui tensione nominale è inferiore o uguale a 1000 V e le linee in cavo per illuminazione pubblica in serie la cui tensione nominale è inferiore o uguale a 5000 V.

Pertanto nel caso in esame la determinazione della DPA associata del suddetto collegamento elettrico non risulta necessaria

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

d) Cabina di campo (CC)

La cabina di campo che si prevede per il progetto è un box prefabbricato strutturato secondo quanto indicato negli elaborati di progetto.

I particolari costruttivi, dimensionali e l'individuazione delle apparecchiature elettriche contenute nelle suddette cabine sono riportati nelle tavole grafiche componenti il presente progetto.

Per la determinazione della DPA associata alla cabina di campo, si applicano due procedimenti:

- 1) Metodologia riportata nell'allegato al DM del 29/5/2008, paragrafo 5.2.1.
- 2) Calcolo secondo quanto indicato nella norma CEI 106-12

Applicando i due suddetti metodi, si procederà a definire la DPA il valore massimo dei due calcoli, a favore della sicurezza.

1) Metodologia riportata nell'allegato al DM del 29/5/2008, paragrafo 5.2.1

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

La cabina elettrica in oggetto, seppur di dimensioni leggermente maggiori, può ritenersi assimilabile al caso richiamato dal modello di calcolo proposto dal DM 29/5/2008, essendo al loro interno installato un unico trasformatore, anche se di potenza superiore.

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

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

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

In cui risulta:

- I = corrente nominale lato BT del trasformatore [A]
- x = diametro dei cavi in uscita dal lato BT del trasformatore [m]

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

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

Si determina il valore di corrente che eroga il secondario di detto trasformatore in funzione dei suoi dati nominali:

$$I = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_{20}}$$

S_n = potenza nominale del trasformatore (kVA)

V_{20} = tensione a vuoto nominale del trasformatore, lato BT

Da cui risulta:

$$S_n = 3150 \text{ kVA} \quad \rightarrow \quad I = 2273,3 \text{ A}$$

$$S_n = 2500 \text{ kVA} \quad \rightarrow \quad I = 1804,2 \text{ A}$$

$$S_n = 2000 \text{ kVA} \quad \rightarrow \quad I = 1443,4 \text{ A}$$

$$S_n = 1600 \text{ kVA} \quad \rightarrow \quad I = 1154,7 \text{ A}$$

$$S_n = 1000 \text{ kVA} \quad \rightarrow \quad I = 721,7 \text{ A}$$

Il cavo che collega il secondario del trasformatore al quadro elettrico interno alle suddette cabine sarà del tipo FG16R16 0,6/1 kV di sezione adeguata al valore della corrente di impiego che percorre il circuito.

La determinazione della portata del cavo viene eseguita attraverso la norma CEI UNEL 35024/1,

$$I_z = I_o \times K_1 \times K_2$$

In cui si indica:

I_o = portata del cavo riferita alla posa in aria a 30°C e riferita ad un'assegnata condizione di posa (Tabella 1-2 CEI UNEL 35024/1)

K_1 = fattore di correzione per temperatura ambiente diversa da 30°C (Tabella 3 CEI UNEL 35024/1);

K_2 = fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato (Tabella 4,5,6 CEI UNEL 35024/1)

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

A favore della sicurezza del calcolo in oggetto, si assume la posa Rif.31 della CEI UNEL 35024/1, ossia cavo posato in canale chiuso; questa posa, tra quelle possibili per installazione dei cavi secondari del trasformatore, prevede il maggior valore di sezione del cavo.

Per il calcolo in oggetto si assume:

- Sezione cavo: 240 mm² pertanto I₀=490 A
- Temperatura ambiente: 20°C pertanto K₁=1

Trasformatore Sn=3150 kVA

- Posa in canale metallico chiuso (Rif. 31 CEI 64/8-5): N° 3 canali
- N° cavi in parallelo per singola fase: 8
- N° circuiti per canale: 2 (canale A) - 3 (canale B) – 3 (canale C) pertanto K₂= 0,70

Risulta: I_z= 8 x 490 x 1 x 0,70 = 2744 A

In corrispondenza di tale trasformatore si considerano collegati al massimo N° 8 Inverter che erogano ciascuno un valore di potenza massima 352 kVA, pertanto risulta:

$$I_B = \frac{8 \times 352}{\sqrt{3} \times 800} = 2032 \text{ A}$$

La relazione di coordinamento di tale linea è soddisfatta con:

I_r=corrente termica regolabile dell'interruttore = 2500 x 1 = 2500A

Risultando n=8 cavi di sezione 240 mm² in parallelo, si procede al calcolo del diametro complessivo del cavo x necessario per la definizione della DPA.

Il singolo cavo FG16R16 240 mm² è caratterizzato da un diametro di 28,4 mm, pertanto risulta:

$$x = 28,4 \times 8 = 227,2 \text{ mm} = 0,2272 \text{ m}$$

Trasformatore Sn=2500 kVA

- Posa in canale metallico chiuso (Rif. 31 CEI 64/8-5): N° 2 canali
- N° cavi in parallelo per singola fase: 6
- N° circuiti per canale: 3 (canale A) - 3 (canale B) pertanto K₂= 0,70

Risulta: I_z= 6 x 490 x 1 x 0,70 = 2058 A

In corrispondenza di tale trasformatore si considerano collegati al massimo N° 6 Inverter che erogano ciascuno un valore di potenza massima 352 kVA, pertanto risulta:

$$I_B = \frac{6 \times 352}{\sqrt{3} \times 800} = 1524 \text{ A}$$

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

La relazione di coordinamento di tale linea è soddisfatta con:

$$I_r = \text{corrente termica regolabile dell'interruttore} = 2000 \times 0,9 = 1800A$$

Risultando $n=6$ cavi di sezione 240 mm^2 in parallelo, si procede al calcolo del diametro complessivo del cavo x necessario per la definizione della DPA.

Il singolo cavo FG16R16 240 mm^2 è caratterizzato da un diametro di $28,4 \text{ mm}$, pertanto risulta:

$$x = 28,4 \times 6 = 170,4 \text{ mm} = 0,1704 \text{ m}$$

Trasformatore $S_n=2000 \text{ kVA}$

- Posa in canale metallico chiuso (Rif. 31 CEI 64/8-5): N° 2 canali
- N° cavi in parallelo per singola fase: 4
- N° circuiti per canale: 2 (canale A) - 2 (canale B) pertanto $K_2 = 0,80$

$$\text{Risulta: } I_z = 4 \times 490 \times 1 \times 0,80 = 1568 \text{ A}$$

In corrispondenza di tale trasformatore si considerano collegati al massimo N° 5 Inverter che erogano ciascuno un valore di potenza massima 352 kVA , pertanto risulta:

$$I_B = \frac{5 \times 352}{\sqrt{3} \times 800} = 1270 \text{ A}$$

La relazione di coordinamento di tale linea è soddisfatta con:

$$I_r = \text{corrente termica regolabile dell'interruttore} = 1600 \times 0,9 = 1440A$$

Risultando $n=4$ cavi di sezione 240 mm^2 in parallelo, si procede al calcolo del diametro complessivo del cavo x necessario per la definizione della DPA.

Il singolo cavo FG16R16 240 mm^2 è caratterizzato da un diametro di $28,4 \text{ mm}$, pertanto risulta:

$$x = 28,4 \times 4 = 113,6 \text{ mm} = 0,1136 \text{ m}$$

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

Trasformatore Sn=1600 kVA

- Posa in canale metallico chiuso (Rif. 31 CEI 64/8-5): N° 2 canali
- N° cavi in parallelo per singola fase: 3
- N° circuiti per canale: 2 (canale A) - 1 (canale B) pertanto $K_2 = 0,80$

Risulta: $I_z = 3 \times 490 \times 1 \times 0,80 = 1176 \text{ A}$

In corrispondenza di tale trasformatore si considerano collegati al massimo N° 4 Inverter che erogano ciascuno un valore di potenza massima 352 kVA, pertanto risulta:

$$I_B = \frac{4 \times 352}{\sqrt{3} \times 800} = 1016 \text{ A}$$

La relazione di coordinamento di tale linea è soddisfatta con:

$I_r = \text{corrente termica regolabile dell'interruttore} = 1250 \times 0,9 = 1125 \text{ A}$

Risultando $n=3$ cavi di sezione 240 mm^2 in parallelo, si procede al calcolo del diametro complessivo del cavo x necessario per la definizione della DPA.

Il singolo cavo FG16R16 240 mm^2 è caratterizzato da un diametro di 28,4 mm, pertanto risulta:

$$x = 28,4 \times 3 = 85,2 \text{ mm} = 0,0852 \text{ m}$$

Trasformatore Sn=1000 kVA

- Posa in canale metallico chiuso (Rif. 31 CEI 64/8-5): N° 1 canale
- N° cavi in parallelo per singola fase: 2
- N° circuiti per canale: 2 (canale A) pertanto $K_2 = 0,80$

Risulta: $I_z = 2 \times 490 \times 1 \times 0,8 = 980 \text{ A}$

In corrispondenza di tale trasformatore si considerano collegati al massimo N° 2 Inverter che erogano ciascuno un valore di potenza massima 352 kVA, pertanto risulta:

$$I_B = \frac{2 \times 352}{\sqrt{3} \times 800} = 508 \text{ A}$$

La relazione di coordinamento di tale linea è soddisfatta con:

$I_r = \text{corrente termica regolabile dell'interruttore} = 800 \times 0,9 = 720 \text{ A}$

Risultando $n=2$ cavi di sezione 240 mm^2 in parallelo, si procede al calcolo del diametro complessivo del cavo x necessario per la definizione della DPA.

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

Il singolo cavo FG16R16 240 mm² è caratterizzato da un diametro di 28,4 mm, pertanto risulta:

$$x = 28,4 \times 2 = 56,8 \text{ mm} = 0,0568 \text{ m}$$

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

Trasformatore Sn=3150 kVA

$$DPA = \sqrt{2273,3} \cdot 0,40942 \cdot 0,2272^{0,5241} = 8,97m$$

Trasformatore Sn=2500 kVA

$$DPA = \sqrt{1804,2} \cdot 0,40942 \cdot 0,1704^{0,5241} = 6,88m$$

Trasformatore Sn=2000 kVA

$$DPA = \sqrt{1443,4} \cdot 0,40942 \cdot 0,1136^{0,5241} = 4,97m$$

Trasformatore Sn=1600 kVA

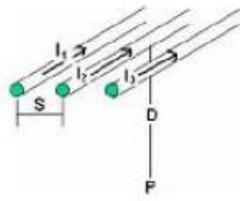
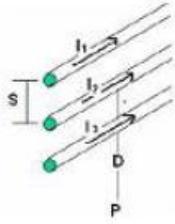
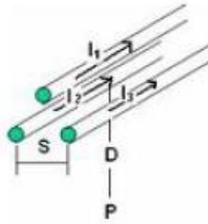
$$DPA = \sqrt{1154,7} \cdot 0,40942 \cdot 0,0852^{0,5241} = 3,83m$$

Trasformatore Sn=1000 kVA

$$DPA = \sqrt{721,7} \cdot 0,40942 \cdot 0,0568^{0,5241} = 2,45m$$

2) Calcolo secondo quanto indicato nella norma CEI 106-12

Tale norma riporta l'algoritmo per il calcolo dell'induzione magnetica generata da un sistema trifase equilibrato di conduttori.

a) Terna trifase di conduttori in piano	b) Terna trifase di conduttori in verticale	c) Terna trifase di conduttori a triangolo
		
$B(\mu T) = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I S}{D D}$		$B(\mu T) = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{I S}{D D}$

Si assume tra le due disposizioni indicate, sul piano e a trifoglio, quella sul piano a favore della sicurezza, in quanto questa comporta un valore maggiore dell'induzione magnetica.

Applicando la formula inversa si determina la distanza DPA, imponendo il valore $B = 3 \mu T$

$$DPA = \sqrt{\frac{0,2 \times \sqrt{3} \times I \times S}{3}}$$

Si assume $I = I_z$ in cui I_z è la portata del cavo, calcolo eseguito in precedenza in accordo alla norma CEI 11.17, in riferimento alle condizioni di posa di progetto.

Pertanto il calcolo delle DPA seguendo tale metodologia, risulta essere

Trasformatore $S_n = 3150 \text{ kVA}$

$$DPA = \sqrt{\frac{0,2 \times \sqrt{3} \times 2744 \times 0,2272}{3}} = 8,48m$$

Trasformatore Sn=2500 kVA

$$DPA = \sqrt{\frac{0,2 \times \sqrt{3} \times 2058 \times 0,1704}{3}} = 6,36m$$

Trasformatore Sn=2000 kVA

$$DPA = \sqrt{\frac{0,2 \times \sqrt{3} \times 1568 \times 0,1136}{3}} = 4,53m$$

Trasformatore Sn=1600 kVA

$$DPA = \sqrt{\frac{0,2 \times \sqrt{3} \times 1176 \times 0,0852}{3}} = 3,40m$$

Trasformatore Sn=1000 kVA

$$DPA = \sqrt{\frac{0,2 \times \sqrt{3} \times 784 \times 0,0568}{3}} = 2,27m$$

Confrontando i due metodi di calcolo utilizzati si conclude che il primo genera un valore di DPA maggiore, in corrispondenza di tutte le tipologie di trasformatori utilizzati per il progetto.

Considerato, inoltre, che l'algoritmo proposto dal DM 29/5/2008 prevede l'arrotondamento al mezzo metro superiore, in conclusione, per le cabine elettriche di campo risulta:

Cabina di campo	DPA [m]
1000 kVA	2,5
1600 kVA	4
2000 kVA	5
2500 kVA	7
3150 kVA	9

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

e) Cabina di smistamento

La cabina di smistamento che si prevede per il progetto è un box prefabbricato strutturato secondo quanto indicato negli elaborati di progetto.

I particolari costruttivi, dimensionali e l'individuazione delle apparecchiature elettriche contenute nelle suddette cabine sono riportati nelle tavole grafiche componenti il presente progetto.

Per la determinazione della DPA associata alla cabina di smistamento, si applicano due procedimenti:

- 1) Metodologia riportata nell'allegato al DM del 29/5/2008, paragrafo 5.2.1.
- 2) Calcolo secondo quanto indicato nella norma CEI 106-12

Applicando i due suddetti metodi, si procederà a definire la DPA il valore massimo dei due calcoli, a favore della sicurezza.

1) Metodologia riportata nell'allegato al DM del 29/5/2008, paragrafo 5.2.1

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

La cabina elettrica in oggetto, seppur di dimensioni leggermente maggiori, può ritenersi assimilabile al caso richiamato dal modello di calcolo proposto dal DM 29/5/2008, essendo al loro interno installato un unico trasformatore, anche se di potenza superiore.

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

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

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

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

In cui risulta:

- I = corrente nominale lato BT del trasformatore [A]
- x = diametro dei cavi in uscita dal lato BT del trasformatore [m]

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

Si determina il valore di corrente che eroga il secondario di detto trasformatore in funzione dei suoi dati nominali:

$$I = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_{20}}$$

S_n = potenza nominale del trasformatore (kVA)

V_{20} = tensione a vuoto nominale del trasformatore, lato BT

Da cui risulta:

$$S_n = 200 \text{ kVA} \rightarrow I = 288,7 \text{ A}$$

Il cavo che collega il secondario del trasformatore al quadro elettrico interno alla suddetta cabina sarà del tipo FG16R16 0,6/1 kV di sezione adeguata al valore della corrente di impiego che percorre il circuito.

La determinazione della portata del cavo viene eseguita attraverso la norma CEI UNEL 35024/1,

$$I_z = I_o \times K_1 \times K_2$$

In cui si indica:

I_o = portata del cavo riferita alla posa in aria a 30°C e riferita ad un'assegnata condizione di posa (Tabella 1-2 CEI UNEL 35024/1)

K_1 = fattore di correzione per temperatura ambiente diversa da 30°C (Tabella 3 CEI UNEL 35024/1);

K_2 = fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato (Tabella 4,5,6 CEI UNEL 35024/1)

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

A favore della sicurezza del calcolo in oggetto, si assume la posa Rif.31 della CEI UNEL 35024/1, ossia cavo posato in canale chiuso; questa posa, tra quelle possibili per installazione dei cavi secondari del trasformatore, prevede il maggior valore di sezione del cavo.

Per il calcolo in oggetto si assume:

- Sezione cavo: 120 mm² pertanto I_o=312 A
- Temperatura ambiente: 20°C pertanto K₁=1
- Posa in canale metallico chiuso (Rif. 31 CEI 64/8-5): N° 1 canale
- N° cavi in parallelo per singola fase: 1
- N° circuiti per canale: 1 pertanto K₂= 1

Risulta: I_z= 312 x 1 x 1 = 312 A

La relazione di coordinamento di tale linea è soddisfatta con:

I_r=corrente termica regolabile dell'interruttore = 300 x 1 = 300A

Risultando n=1 cavo di sezione 120 mm² in parallelo, si procede al calcolo del diametro complessivo del cavo x necessario per la definizione della DPA.

Il singolo cavo FG16R16 240 mm² è caratterizzato da un diametro di 20,2 mm, pertanto risulta:

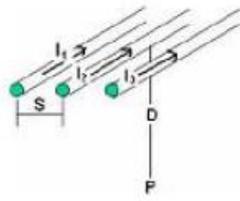
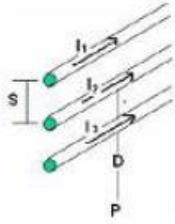
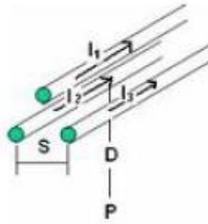
$$x = 20,2 \times 1 = 20,2 \text{ mm} = 0,0202 \text{ m}$$

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

$$DPA = \sqrt{288,7 \cdot 0,40942 \cdot 0,0202^{0,5241}} = 0,90 \text{ m}$$

2) Calcolo secondo quanto indicato nella norma CEI 106-12

Tale norma riporta l'algoritmo per il calcolo dell'induzione magnetica generata da un sistema trifase equilibrato di conduttori.

a) Terna trifase di conduttori in piano	b) Terna trifase di conduttori in verticale	c) Terna trifase di conduttori a triangolo
		
$B(\mu T) = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I S}{D D}$		$B(\mu T) = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{I S}{D D}$

Si assume tra le due disposizioni indicate, sul piano e a trifoglio, quella sul piano a favore della sicurezza, in quanto questa comporta un valore maggiore dell'induzione magnetica. Applicando la formula inversa si determina la distanza DPA, imponendo il valore $B = 3 \mu T$

$$DPA = \sqrt{\frac{0,2 \times \sqrt{3} \times I \times S}{3}}$$

Si assume $I = I_z$ in cui I_z è la portata del cavo, calcolo eseguito in precedenza in accordo alla norma CEI 11.17, in riferimento alle condizioni di posa di progetto.

Pertanto il calcolo delle DPA seguendo tale metodologia, risulta essere

$$DPA = \sqrt{\frac{0,2 \times \sqrt{3} \times 312 \times 0,0202}{3}} = 0,85m$$

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

Confrontando i due metodi di calcolo utilizzati si conclude che il primo genera un valore di DPA maggiore.

Considerato, inoltre, che l'algoritmo proposto dal DM 29/5/2008 prevede l'arrotondamento al mezzo metro superiore, in conclusione, per le cabine elettriche di campo risulta:

Cabina di smistamento:

DPA = 1m

f) Collegamento in cavo interrato 36 kV tra le cabine di campo e la cabina di smistamento e tra la cabina di smistamento ed il nuovo stallo nel futuro ampliamento della stazione elettrica (SE) "Oppido" 150kV della RTN

Il cavo impiegato per la realizzazione del collegamento in oggetto sarà 3x1x300 mm² cordato ad elica interrato, sigla ARE5H5EX 20,8/36 kV.

In allegato si riportano le schede tecniche del suddetto cavo.

A tale proposito si richiama il paragrafo 3.2 dell'allegato al DM 29/5/2008 in cui si sottolinea che "le linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree)" costituiscono uno dei casi di esclusione di applicazione di detta metodologia poiché in questo caso le fasce associabili hanno ampiezza ridotta inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n° 449/88 e dal decreto del Ministro dei lavori Pubblici del 16 Gennaio 1991. Pertanto nei casi in cui le linee siano di media tensione e realizzate con cavo cordato ad elica visibile, la determinazione della DPA associata del suddetto collegamento elettrico non risulta necessaria.

Tuttavia, la linea elettrica di progetto esercita alla tensione nominale 36 kV non è classificabile una linea di media tensione, definizione valida fino alla tensione nominale di 30 kV, bensì una linea di alta tensione.

Inoltre, sebbene il progetto sia stato sviluppato prevedendo un cavo cordato ad elica visibile 3x1x300 mm², in tale fase ai fini della determinazione della DPA della linea elettrica, si intende riferirsi ad un cavo unipolare posato a trifoglio.

Tali ipotesi sono cautelative ai fini del calcolo in oggetto.

Si applica la formula indicata dalla norma CEI 106-11 per cavi interrati costituenti una terna posati a trifoglio:

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

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

2,5mAvendo indicato:

B = intensità del campo magnetico [μT]

S= distanza tra i cavi [m]

I= corrente che attraversa i conduttori = portata di corrente in accordo alla CEI 11.17 [A]

R= Distanza tra il generico punto del piano ed il baricentro della terna di conduttori [m]

Tale formula analitica costituisce l'espressione semplificata rispetto al calcolo normalizzato previsto dalla norma CEI 211-4, valido per distanze $R \gg S$.

Per effetto dell'entità vettoriale del campo magnetico, in corrispondenza della presenza di più terne costituenti il cavidotto, è possibile sommare i contributi generati dalle singole terne e calcolare il valore del campo magnetico risultante nello spazio circostante l'elettrodotta.

Per il presente progetto, attraverso lo studio dei collegamenti elettrici eserciti a 36 kV, occorre modellare due tipologie di sezioni tipiche del cavidotto:

- Cavidotto con 2 terne
- Cavidotto con 4 terne

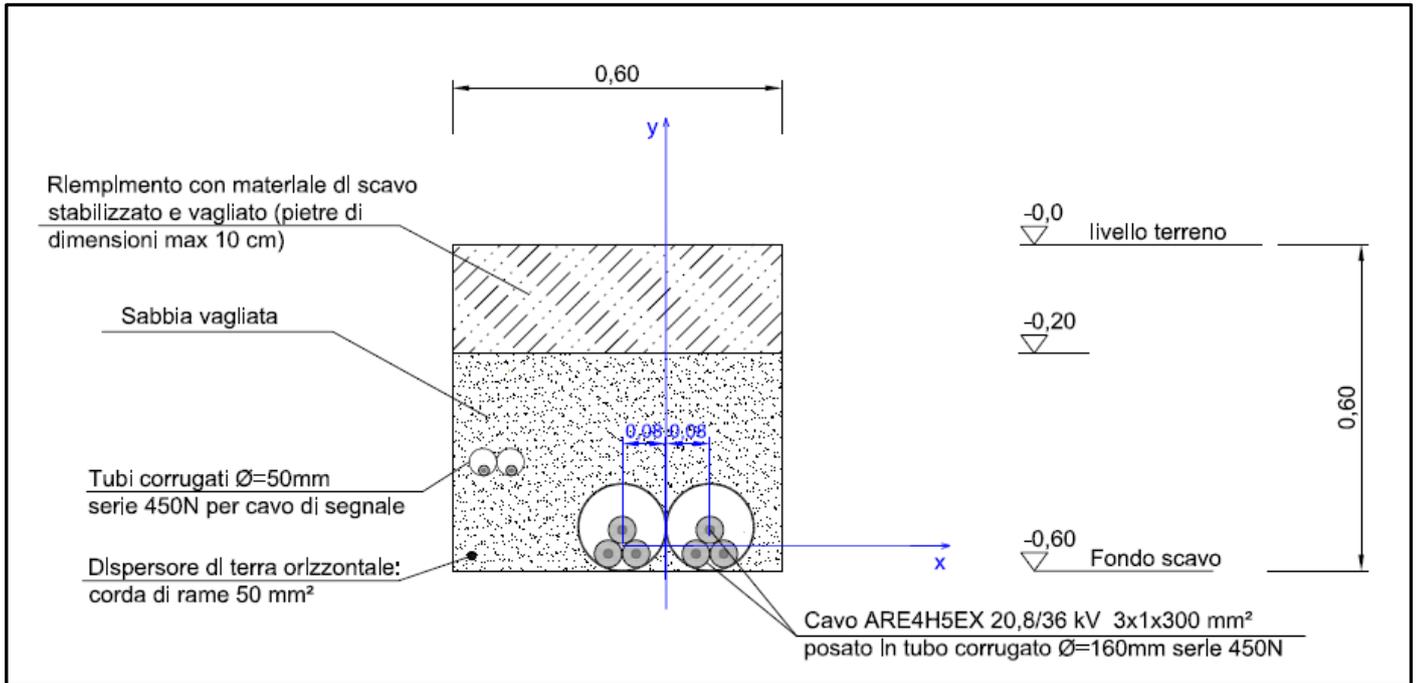
In funzione della destinazione d'uso del terreno in cui viene praticato lo scavo per la posa del cavidotto, la profondità P assume i seguenti valori:

- P = 0,6m
- P = 1,0m
- P=1,2m

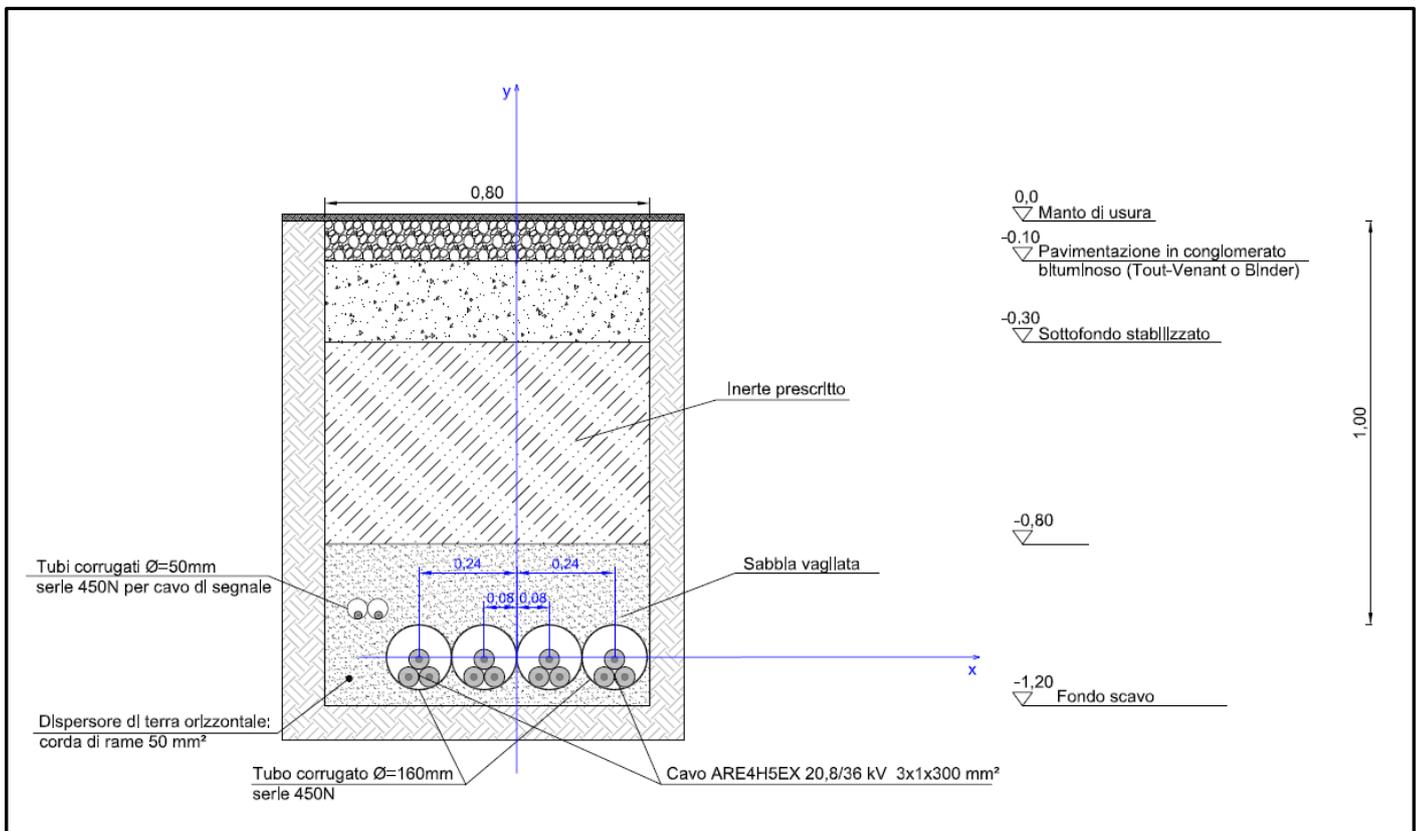
Il dettaglio delle sezioni dei cavidotti elettrici è riportato nell'elaborato di progetto dedicato.

Per il calcolo del campo magnetico, si fissa un sistema di riferimento cartesiano x-y come indicato in figura.

Le figure seguenti mostrano le sezioni tipiche per il cavidotto in oggetto.



Cavidotto 36 kV - 2 terne di cavi a trifoglio



Cavidotto 36 kV - 4 terne di cavi a trifoglio

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

La formula per il calcolo del campo magnetico è la seguente:

Cavidotto 36 kV con 2 terne:

$$B = 0,1 \times \sqrt{6} \times \frac{S \times I}{(x - x_1)^2 + (h + d)^2} + 0,1 \times \sqrt{6} \times \frac{S \times I}{(x - x_2)^2 + (h + d)^2}$$

Cavidotto 36 kV con 4 terne:

$$B = 0,1 \times \sqrt{6} \times \frac{S \times I}{(x - x_1)^2 + (h + d)^2} + 0,1 \times \sqrt{6} \times \frac{S \times I}{(x - x_2)^2 + (h + d)^2} + 0,1 \times \sqrt{6} \times \frac{S \times I}{(x - x_3)^2 + (h + d)^2} + 0,1 \times \sqrt{6} \times \frac{S \times I}{(x - x_4)^2 + (h + d)^2}$$

Avendo indicato:

B = intensità del campo magnetico risultante delle terne del cavidotto [μT]

S= distanza tra i cavi [m]

I= corrente che attraversa i conduttori = portata di corrente in accordo alla CEI 11.17 [A]

x_1, x_2, x_3, x_4 = distanza del baricentro di ciascuna terna dall'asse centrale

h= distanza verticale dal suolo [m]

d= distanza tra il centro geometrico della terna di conduttori ed il livello del suolo [m]

La tabella seguente mostra i valori assunti per il calcolo in oggetto.

Si tratta di un calcolo con modello che dipende da 2 variabili: x ed h.

Nel seguito saranno eseguiti i calcoli per la determinazione delle DPA, individuando dalla distribuzione del campo vettoriale B, i punti del piano per i quali risulta rispettato il limite di $3 \mu\text{T}$.

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

Rif. Calcolo	N° terne	Profondità di posa [m]	Distanza dall'asse centrale x [m]		Distanza tra i cavi S [m]	Portata di corrente I _z [A]	Distanza tra il centro geometrico dei conduttori ed il livello del suolo d [m]
1	2	0,6	Terna 1	-0,08	0,0445	310,9	0,52
			Terna 2	+0,08			
2	2	1,0	Terna 1	-0,08	0,0445	310,9	0,92
			Terna 2	+0,08			
2	2	1,2	Terna 1	-0,08	0,0445	310,9	1,12
			Terna 2	+0,08			
3	4	1,2	Terna 1	-0,24	0,0445	256,1	1,12
			Terna 2	-0,08			
			Terna 3	+0,08			
			Terna 4	+0,24			

Ipotesi calcolo del campo magnetico B

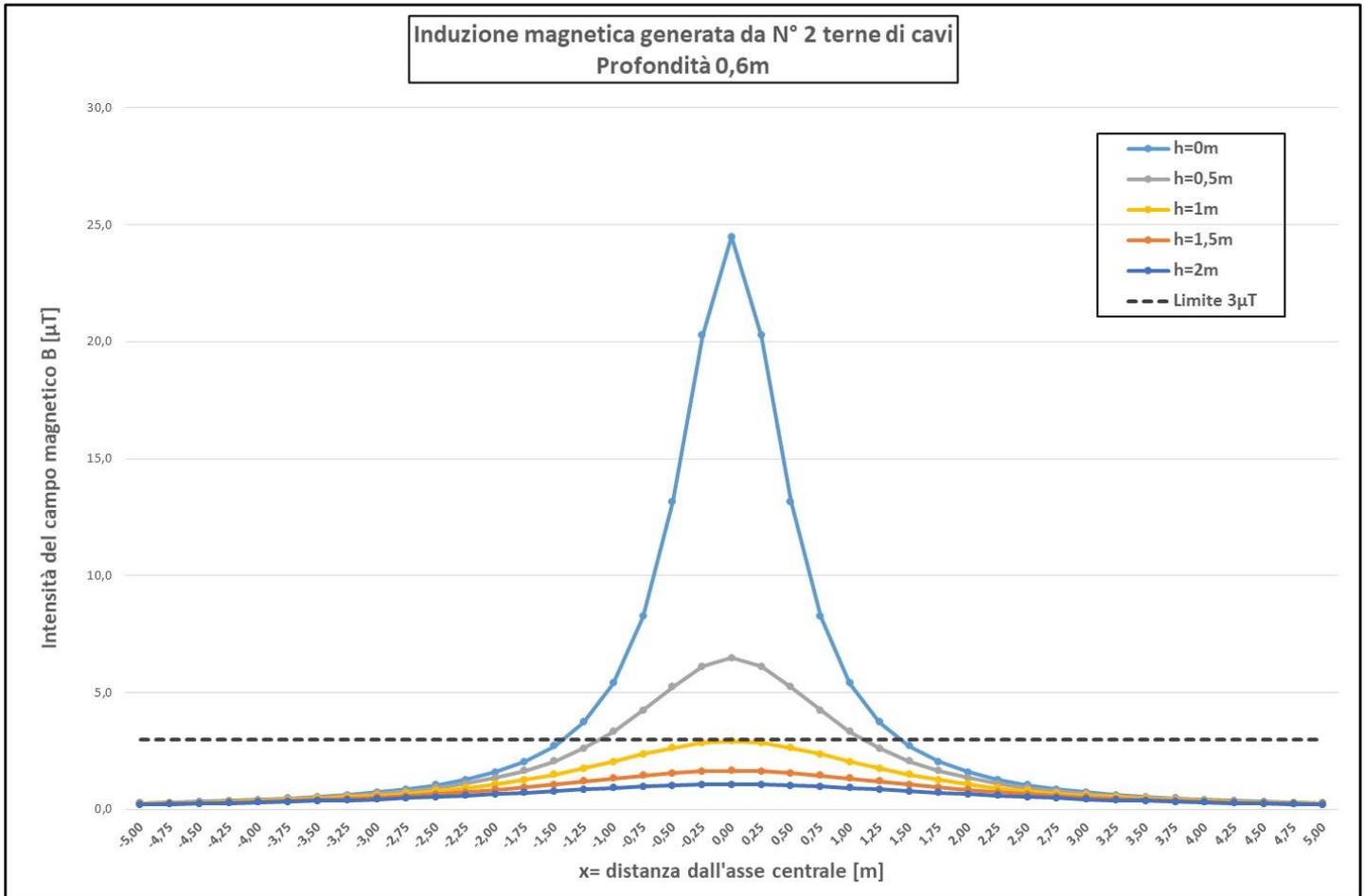
 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

Calcolo 1: Cavidotto 36 kV - 2 Terne - Profondità di posa 0,6m

		Distanza dall'asse del cavidotto x [m]																				
		-5,00	-4,75	-4,50	-4,25	-4,00	-3,75	-3,50	-3,25	-3,00	-2,75	-2,50	-2,25	-2,00	-1,75	-1,50	-1,25	-1,00	-0,75	-0,50	-0,25	0,00
distanza dal suolo h [m]	0,00	0,27	0,30	0,33	0,37	0,42	0,47	0,54	0,63	0,73	0,87	1,04	1,28	1,59	2,04	2,71	3,73	5,39	8,24	13,17	20,26	24,49
	0,50	0,26	0,29	0,32	0,36	0,40	0,45	0,51	0,58	0,68	0,79	0,93	1,11	1,35	1,66	2,07	2,61	3,33	4,24	5,25	6,12	6,47
	1,00	0,25	0,27	0,30	0,33	0,37	0,41	0,47	0,53	0,60	0,69	0,79	0,92	1,08	1,26	1,49	1,75	2,05	2,36	2,64	2,85	2,93
	1,50	0,23	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,42	0,46	0,52	0,58	0,66	0,74	0,84	0,95	1,07	1,20	1,33	1,46	1,56	1,63	1,66
	2,00	0,22	0,23	0,25	0,28	0,30	0,33	0,36	0,40	0,44	0,49	0,54	0,59	0,66	0,72	0,79	0,86	0,92	0,98	1,03	1,06	1,07

		Distanza dall'asse del cavidotto x [m]																			
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
distanza dal suolo h [m]	0,00	20,26	13,17	8,24	5,39	3,73	2,71	2,04	1,59	1,28	1,04	0,87	0,73	0,63	0,54	0,47	0,42	0,37	0,33	0,30	0,27
	0,50	6,12	5,25	4,24	3,33	2,61	2,07	1,66	1,35	1,11	0,93	0,79	0,68	0,58	0,51	0,45	0,40	0,36	0,32	0,29	0,26
	1,00	2,85	2,64	2,36	2,05	1,75	1,49	1,26	1,08	0,92	0,79	0,69	0,60	0,53	0,47	0,41	0,37	0,33	0,30	0,27	0,25
	1,50	1,63	1,56	1,46	1,33	1,20	1,07	0,95	0,84	0,74	0,66	0,58	0,52	0,46	0,42	0,37	0,34	0,31	0,28	0,25	0,23
	2,00	1,06	1,03	0,98	0,92	0,86	0,79	0,72	0,66	0,59	0,54	0,49	0,44	0,40	0,36	0,33	0,30	0,28	0,25	0,23	0,22

Distribuzione del campo magnetico B in funzione di x ed h



Distribuzione del campo magnetico B in funzione di x ed h

Dall'analisi emerge che il valore massimo del campo magnetico B si ottiene per $h=0$ e per $x=0$, ossia in corrispondenza del livello del suolo e sull'asse centrale del cavidotto.

I valori del piano per il quale risulta B minore di $3 \mu\text{T}$ si individuano in corrispondenza di $x=\pm 1,5\text{m}$ (approssimando per eccesso a favore della sicurezza).

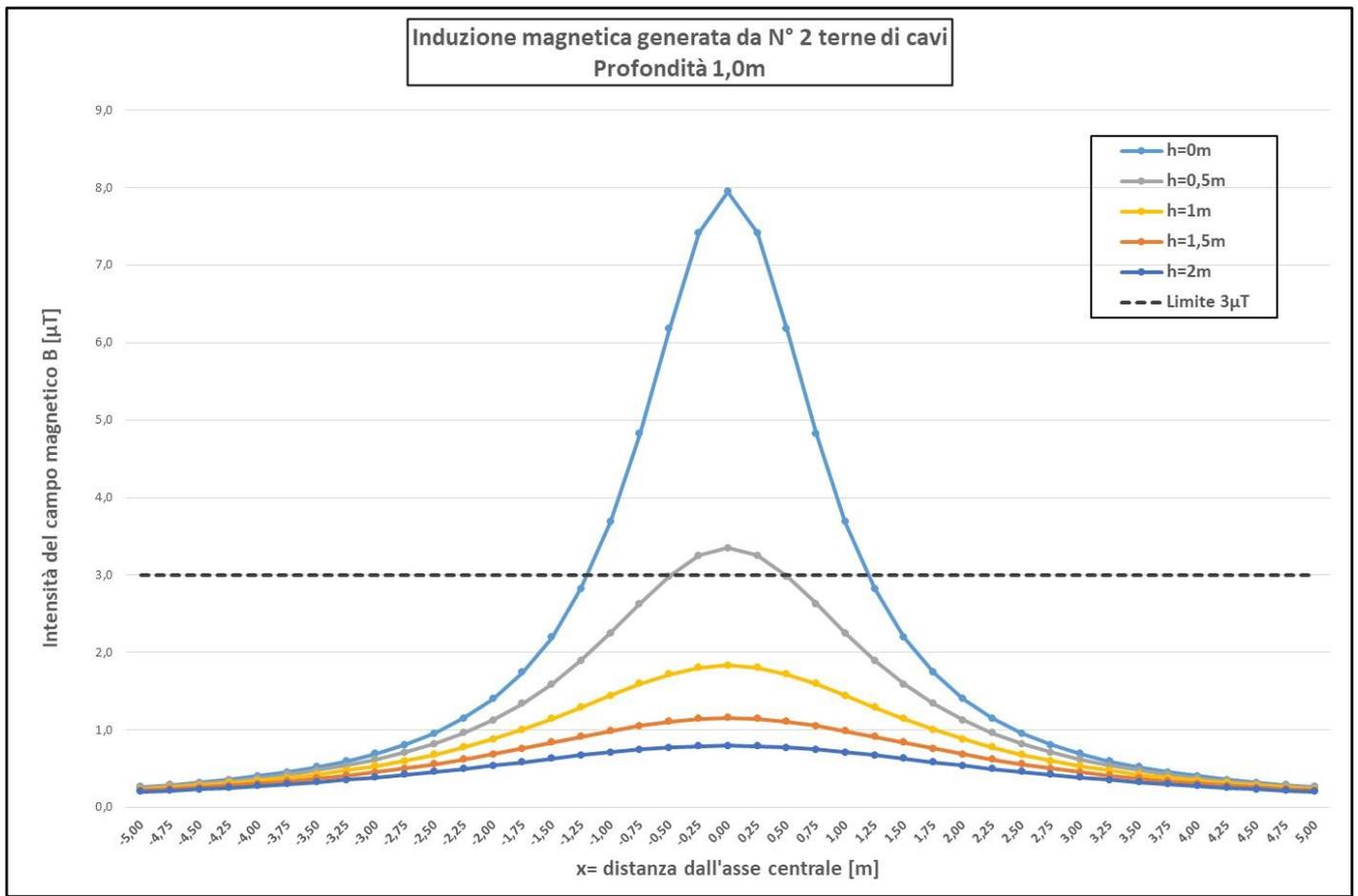
In conclusione: **DPA = 1,5m**

Calcolo 2: Cavidotto 36 kV - 2 terne - Profondità di posa 1,0 m

		Distanza dall'asse del cavidotto x [m]																				
		-5,00	-4,75	-4,50	-4,25	-4,00	-3,75	-3,50	-3,25	-3,00	-2,75	-2,50	-2,25	-2,00	-1,75	-1,50	-1,25	-1,00	-0,75	-0,50	-0,25	0,00
distanza dal suolo h [m]	0,00	0,26	0,29	0,32	0,36	0,40	0,46	0,52	0,59	0,69	0,81	0,96	1,15	1,40	1,74	2,20	2,83	3,69	4,82	6,18	7,42	7,95
	0,50	0,25	0,28	0,30	0,34	0,38	0,42	0,48	0,54	0,62	0,71	0,82	0,96	1,13	1,34	1,59	1,90	2,25	2,63	2,99	3,25	3,35
	1,00	0,24	0,26	0,28	0,31	0,34	0,38	0,43	0,48	0,53	0,60	0,68	0,78	0,88	1,01	1,14	1,29	1,45	1,59	1,72	1,81	1,84
	1,50	0,22	0,24	0,26	0,28	0,31	0,34	0,37	0,41	0,46	0,51	0,56	0,62	0,69	0,76	0,84	0,91	0,99	1,06	1,11	1,14	1,16
	2,00	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71	0,75	0,77	0,79	0,79

		Distanza dall'asse del cavidotto x [m]																			
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
distanza dal suolo h [m]	0,00	7,42	6,18	4,82	3,69	2,83	2,20	1,74	1,40	1,15	0,96	0,81	0,69	0,59	0,52	0,46	0,40	0,36	0,32	0,29	0,26
	0,50	3,25	2,99	2,63	2,25	1,90	1,59	1,34	1,13	0,96	0,82	0,71	0,62	0,54	0,48	0,42	0,38	0,34	0,30	0,28	0,25
	1,00	1,81	1,72	1,59	1,45	1,29	1,14	1,01	0,88	0,78	0,68	0,60	0,53	0,48	0,43	0,38	0,34	0,31	0,28	0,26	0,24
	1,50	1,14	1,11	1,06	0,99	0,91	0,84	0,76	0,69	0,62	0,56	0,51	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,28	0,26	0,24	0,22
	2,00	0,79	0,77	0,75	0,71	0,67	0,63	0,58	0,54	0,50	0,46	0,42	0,39	0,36	0,33	0,30	0,28	0,26	0,24	0,22	0,20

Distribuzione del campo magnetico B in funzione di x ed h



Distribuzione del campo magnetico B in funzione di x ed h

Dall'analisi emerge che il valore massimo del campo magnetico B si ottiene per $h=0$ e per $x=0$, ossia in corrispondenza del livello del suolo e sull'asse centrale del cavidotto.

I valori del piano per il quale risulta B minore di $3 \mu\text{T}$ si individuano in corrispondenza di $x=\pm 1,25\text{m}$ (approssimando per eccesso a favore della sicurezza).

In conclusione: **DPA = 1,25m**

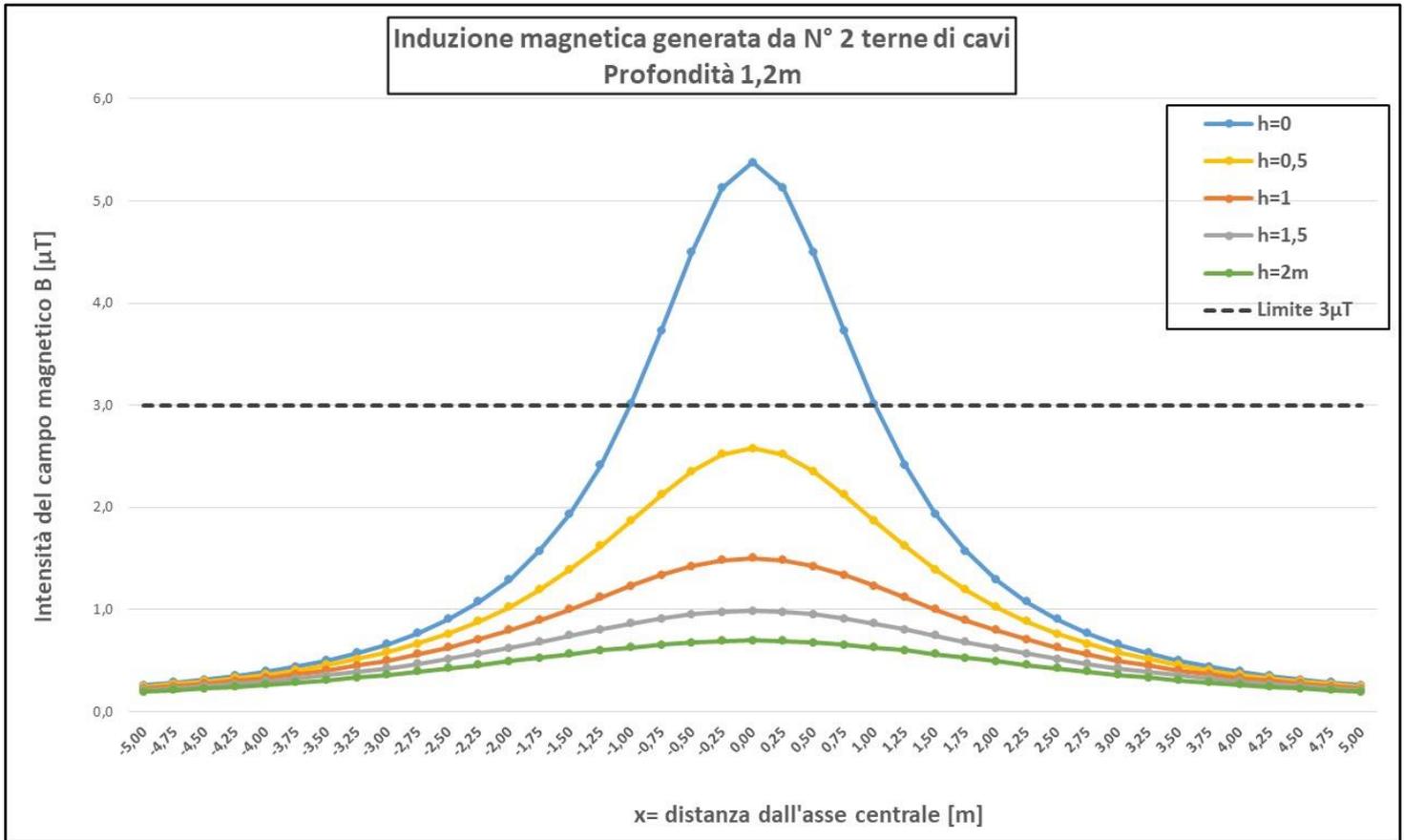
 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

Calcolo 3: Cavidotto 36 kV - 2 terne - Profondità di posa 1,2 m

		Distanza dall'asse del cavidotto x [m]																				
		-5,00	-4,75	-4,50	-4,25	-4,00	-3,75	-3,50	-3,25	-3,00	-2,75	-2,50	-2,25	-2,00	-1,75	-1,50	-1,25	-1,00	-0,75	-0,50	-0,25	0,00
distanza dal suolo h [m]	0,00	0,26	0,28	0,32	0,35	0,39	0,44	0,50	0,57	0,66	0,77	0,90	1,08	1,29	1,57	1,94	2,41	3,01	3,73	4,50	5,13	5,38
	0,50	0,25	0,27	0,30	0,33	0,36	0,41	0,46	0,51	0,58	0,67	0,76	0,88	1,02	1,19	1,39	1,62	1,87	2,13	2,35	2,52	2,58
	1,00	0,23	0,25	0,27	0,30	0,33	0,37	0,41	0,45	0,50	0,56	0,63	0,71	0,80	0,90	1,01	1,12	1,23	1,34	1,43	1,49	1,51
	1,50	0,21	0,23	0,25	0,27	0,30	0,32	0,35	0,39	0,43	0,47	0,52	0,57	0,62	0,68	0,74	0,80	0,86	0,91	0,95	0,98	0,99
	2,00	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,31	0,33	0,36	0,39	0,42	0,46	0,49	0,53	0,57	0,60	0,63	0,66	0,68	0,69	0,70

		Distanza dall'asse del cavidotto x [m]																			
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
distanza dal suolo h [m]	0,00	5,13	4,50	3,73	3,01	2,41	1,94	1,57	1,29	1,08	0,90	0,77	0,66	0,57	0,50	0,44	0,39	0,35	0,32	0,28	0,26
	0,50	2,52	2,35	2,13	1,87	1,62	1,39	1,19	1,02	0,88	0,76	0,67	0,58	0,51	0,46	0,41	0,36	0,33	0,30	0,27	0,25
	1,00	1,49	1,43	1,34	1,23	1,12	1,01	0,90	0,80	0,71	0,63	0,56	0,50	0,45	0,41	0,37	0,33	0,30	0,27	0,25	0,23
	1,50	0,98	0,95	0,91	0,86	0,80	0,74	0,68	0,62	0,57	0,52	0,47	0,43	0,39	0,35	0,32	0,30	0,27	0,25	0,23	0,21
	2,00	0,69	0,68	0,66	0,63	0,60	0,57	0,53	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,33	0,31	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21	0,20

Distribuzione del campo magnetico B in funzione di x ed h



Distribuzione del campo magnetico B in funzione di x ed h

Dall'analisi emerge che il valore massimo del campo magnetico B si ottiene per $h=0$ e per $x=0$, ossia in corrispondenza del livello del suolo e sull'asse centrale del cavidotto.

I valori del piano per il quale risulta B minore di $3 \mu\text{T}$ si individuano in corrispondenza di $x=\pm 1,25\text{m}$ (approssimando per eccesso a favore della sicurezza).

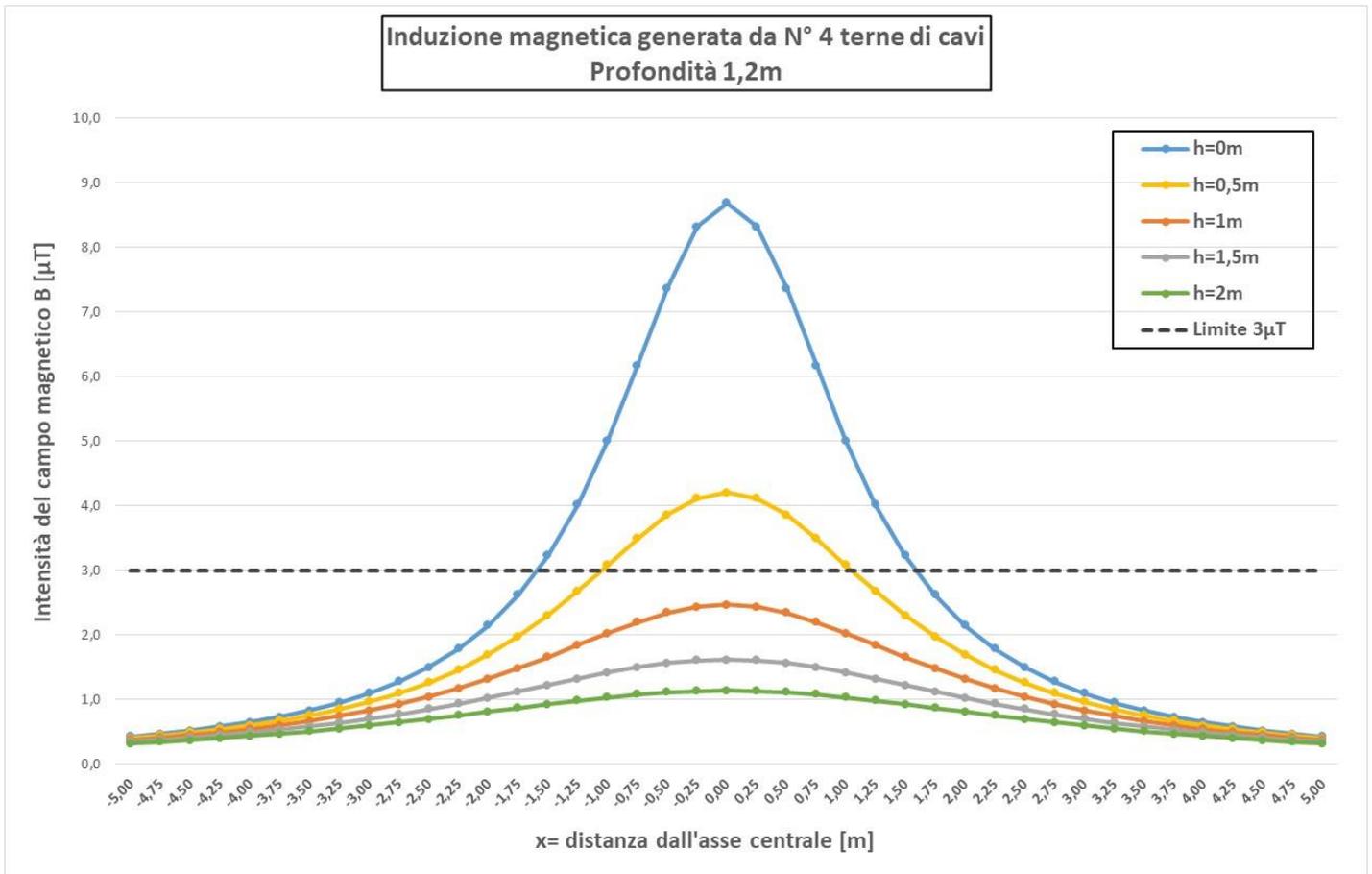
In conclusione: **DPA = 1,25m**

Calcolo 4: Cavidotto 36 kV - 4 terne - Profondità di posa 1,2 m

		Distanza dall'asse del cavidotto x [m]																				
		-5,00	-4,75	-4,50	-4,25	-4,00	-3,75	-3,50	-3,25	-3,00	-2,75	-2,50	-2,25	-2,00	-1,75	-1,50	-1,25	-1,00	-0,75	-0,50	-0,25	0,00
distanza dal suolo h [m]	0,00	0,43	0,47	0,52	0,58	0,65	0,73	0,83	0,95	1,10	1,28	1,50	1,79	2,15	2,62	3,23	4,02	5,01	6,17	7,37	8,32	8,68
	0,50	0,41	0,44	0,49	0,54	0,60	0,67	0,75	0,85	0,97	1,10	1,27	1,46	1,70	1,98	2,30	2,68	3,08	3,49	3,86	4,11	4,20
	1,00	0,38	0,41	0,45	0,50	0,55	0,60	0,67	0,74	0,83	0,93	1,04	1,17	1,32	1,48	1,66	1,84	2,03	2,20	2,34	2,43	2,47
	1,50	0,35	0,38	0,41	0,45	0,49	0,53	0,59	0,64	0,71	0,78	0,85	0,94	1,03	1,13	1,23	1,32	1,42	1,50	1,56	1,60	1,62
	2,00	0,32	0,35	0,37	0,40	0,43	0,47	0,51	0,55	0,60	0,65	0,70	0,76	0,81	0,87	0,93	0,99	1,04	1,08	1,12	1,14	1,14

		Distanza dall'asse del cavidotto x [m]																			
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
distanza dal suolo h [m]	0,00	8,32	7,37	6,17	5,01	4,02	3,23	2,62	2,15	1,79	1,50	1,28	1,10	0,95	0,83	0,73	0,65	0,58	0,52	0,47	0,43
	0,50	4,11	3,86	3,49	3,08	2,68	2,30	1,98	1,70	1,46	1,27	1,10	0,97	0,85	0,75	0,67	0,60	0,54	0,49	0,44	0,41
	1,00	2,43	2,34	2,20	2,03	1,84	1,66	1,48	1,32	1,17	1,04	0,93	0,83	0,74	0,67	0,60	0,55	0,50	0,45	0,41	0,38
	1,50	1,60	1,56	1,50	1,42	1,32	1,23	1,13	1,03	0,94	0,85	0,78	0,71	0,64	0,59	0,53	0,49	0,45	0,41	0,38	0,35
	2,00	1,14	1,12	1,08	1,04	0,99	0,93	0,87	0,81	0,76	0,70	0,65	0,60	0,55	0,51	0,47	0,43	0,40	0,37	0,35	0,32

Distribuzione del campo magnetico B in funzione di x ed h



Distribuzione del campo magnetico B in funzione di x ed h

Dall'analisi emerge che il valore massimo del campo magnetico B si ottiene per $h=0$ e per $x=0$, ossia in corrispondenza del livello del suolo e sull'asse centrale del cavidotto.

I valori del piano per il quale risulta B minore di $3 \mu\text{T}$ si individuano in corrispondenza di $x=\pm 1,75$ m (approssimando per eccesso a favore della sicurezza).

In conclusione: **DPA = 1,75 m**

La tabella seguente riporta, in sintesi, i valori di DPA relativi al cavidotto interrato 36 kV calcolati con il procedimento analitico precedente.

Valori della distanza di prima approssimazione (DPA) secondo DM 29/5/2008			
Cavidotto 36kV			
N° terne	Portata di corrente I _z [A]	Profondità di posa [m]	DPA [m]
2	310,9	0,6	1,50
2	310,9	1,0	1,25
2	310,9	1,2	1,25
4	256,1	1,2	1,75

3.3. Campi elettrici

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, trascurando i componenti di bassa tensione per quanto detto, per i componenti caratterizzati da un livello di tensione di 36 kV quali i cavi interrati, sono caratterizzati dalla presenza dello schermo connesso a terra che rende il campo elettrico nullo al suo esterno.

Analoga considerazione vale per gli elementi interni alle cabine quali gli scomparti 36kV disposti all'interno di armadi metallici connessi anch'essi a terra.

In tali condizioni il limite normativo di 5 kV/m risulta ampiamente rispettato.

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale  SINERGIA EGP Energy Green Power	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione  STUDIO MASC		

4. Conclusioni

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

- a) 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 generata è totalmente trascurabile rispetto ai valori di riferimento assunti dal 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";
- b) In riferimento al collegamento in cavo interrato di bassa tensione 230/400V tra le cabine di campo e di smistamento con i servizi ausiliari dell'impianto, tale caso rientra tra i punti indicati al paragrafo 3.2 dell'allegato al DM 29/5/2008, "linee definite di prima classe secondo il decreto interministeriale 21/03/1988 n. 449", 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;
- c) In riferimento al collegamento in cavo interrato di bassa tensione 800V tra gli inverter e le cabine di campo, tale caso rientra tra i punti indicati al paragrafo 3.2 dell'allegato al DM 29/5/2008, "linee definite di prima classe secondo il decreto interministeriale 21/03/1988 n. 449", 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
- d) In riferimento alle cabine di campo (CC) dell'impianto risulta:
 - Cabina di campo con trasformatore 1000 kVA : DPA= 2,5m
 - Cabina di campo con trasformatore 1600 kVA : DPA= 4m
 - Cabina di campo con trasformatore 2000 kVA : DPA= 5m
 - Cabina di campo con trasformatore 2500 kVA : DPA= 7m
 - Cabina di campo con trasformatore 3150 kVA : DPA= 9m
- e) In riferimento alla cabina di smistamento dell'impianto risulta:
 - Cabina con trasformatore da 200 kVA: DPA=1m

- f) In riferimento al collegamento in cavo interrato 36 kV tra le cabine di campo e la cabina di smistamento e tra la cabina di smistamento ed il nuovo stallo nel futuro ampliamento della stazione elettrica (SE) "Oppido150 kV della RTN, risulta:

Valori della distanza di prima approssimazione (DPA) secondo DM 29/5/2008			
Cavidotto 36kV			
N° terne	Portata di corrente I _z [A]	Profondità di posa [m]	DPA [m]
2	310,9	0,6	1,50
2	310,9	1,0	1,25
2	310,9	1,2	1,25
4	256,1	1,2	1,75

In conclusione in corrispondenza dei suddetti elementi dell'impianto, non sussistono luoghi destinati a permanenza continuativa di persone superiore a 4h; risultano pertanto verificati i limiti imposti dal DPCM 8 Luglio 2003.

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

5. RIFERIMENTI NORMATIVI, LEGGI E PRESCRIZIONI

Le opere e le installazioni relative all'impianto in oggetto al presente progetto, devono essere eseguite a regola d'arte in conformità alle Norme applicabili CEI, IEC, UNI, ISO vigenti, anche se non espressamente richiamate nel seguito. Le principali normative e leggi di riferimento per la progettazione dell'impianto fotovoltaico sono le seguenti:

- CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata ed a 1500V in corrente continua"
- CEI 11-17: "Impianti di produzione, trasporto, distribuzione dell'energia elettrica. Linee in cavo"
- CEI EN 60898-1: "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata"
- CEI EN 60947-1: "Apparecchiature a bassa tensione Parte 1: Regole generali"
- CEI EN 60947-2: "Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici"
- CEI EN 60947-3: "Apparecchiatura a bassa tensione Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili"
- CEI-EN 60947-4-1: "Apparecchiature a bassa tensione Parte 4-1: Contattori e avviatori - Contattori e avviatori elettromeccanici"
- CEI 23-51: "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare"
- CEI EN 62305-1: "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"
- CEI EN 62305-2: "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazioni del rischio"
- CEI EN 62305-3: "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
- CEI EN 62305-4: "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
- CEI 81-28: "Guida alla protezione contro i fulmini degli impianti fotovoltaici"
- CEI 81-29: "Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305"
- CEI 81-30: "Protezione contro i fulmini - Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)"

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

- CEI EN 60529: “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”
- CEI 64-12: “Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”
- CEI 0-2: “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”
- CEI-UNEL 35024/1: “Cavi elettrici isolati in materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua – Portate in regime permanente per posa in aria”
- CEI-UNEL 35026: “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI-UNEL 35027: “Cavi di energia per tensione nominale U da 1kV a 30 kV. Portate di corrente in regime permanente – Posa in aria ed interrata”
- CEI EN 61386-1: “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali”
- CEI EN 61386-21: “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori”
- CEI EN 61386-22: “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori”
- CEI EN 61386-23: “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori”
- CEI EN 60598-1: “Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove”
- CEI EN 605898-2-1: “Apparecchi di illuminazione Parte II: Prescrizioni particolari Apparecchi fissi per uso generale”
- CEI EN 62032: “Moduli LED per illuminazione generale - Specifiche di sicurezza”
- CEI 20-13: “Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30kV”
- CEI EN 50525-2-31: “Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) Parte 2-31: Cavi per applicazioni generali - Cavi unipolari senza guaina con isolamento termoplastico in PVC”
- CEI EN 50575: “Cavi per energia, controllo e comunicazioni – Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all’incendio”

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

- UNI-EN 13501-6: “Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 6: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco sui cavi di alimentazione, controllo e comunicazione”
- UNI-EN 13501-5: “Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 5: Classificazione in base ai risultati delle prove di esposizione dei tetti a un fuoco esterno”
- UNI 9177: “Classificazione di reazione al fuoco dei prodotti combustibili”
- CEI EN 60332-1-2: ” Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la fiamma di 1 kW premiscelata”
- CEI 20-38: “Cavi senza alogeni isolati in gomma non propaganti l'incendio per tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1kV”
- CEI EN 61349-1: “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali”.
- CEI EN 61439-2: “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza”
- CEI EN 61439-3: “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)”
- CEI EN 61439-6: “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre”
- UNI EN 12464-1: “Luce ed illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 2: Posti di lavoro in interni”
- CEI EN 60079-10-1: “Atmosfere esplosive Parte 10-1: Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di gas”
- CEI 31-35: “Atmosfere esplosive Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)”
- CEI EN 55011 “Apparecchi industriali, scientifici e medicali (ISM) - Caratteristiche di radiodisturbo - Limiti e metodi di misura”
- CEI EN 61800-3 “Azionamenti elettrici a velocità variabile Parte 3: Norma di prodotto relativa alla compatibilità elettromagnetica ed ai metodi di prova specifici”

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

- CEI 0-16 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”
- CEI 82-25 “Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.
- UNI 10349-1 “Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata”
- CEI EN 50618: “Cavi elettrici per impianti fotovoltaici”
- CEI PAS 82-93: “Impianti agrivoltaici”
- CEI 11-60: " Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV"
- 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 1: Linee elettriche aeree e in cavo"
- CEI 106-11/2: " Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) Parte 2: Distanza di prima approssimazione per cabine media-bassa tensione"
- CEI 106-12: " Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT"
- CEI 211-4: " Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche"

Oltre ad essere rispondenti alle norme CEI, l'impianto in oggetto è stato progettato in conformità delle seguenti leggi e decreti:

- Legge 1/3/1968 n° 186: “Disposizione concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici”;
- DM n° 37 del 22/1/2008: “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n°248 del 2/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”

 Proponente ENGIE OPPIDO S.R.L. Via Chiese, n.72 - 20126 Milano (MI) PEC: engieoppido@legalmail.it	Consulenza generale 	<OPPIDO AGRIFTV> Relazione tecnica campi elettromagnetici	Novembre 2023
	Progettazione 		

- Legge 9/4/2008 n° 81: “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 Agosto 2007 n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” – Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro-
- DPR n° 462 del 22/10/2001: “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”
- DM 16/2/1982: “Elenco delle attività soggette al controllo dei vigili del fuoco”
- DPR n° 151 del 1/8/2011: “Regolamento recante semplificazione della disciplina del procedimenti relativi alla prescrizione degli incendi, a norma dell’art.49 comma 4-quater del DL 31/5/2010 n°78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30/7/2010 n°122”
- Decreto del Ministero dell'Interno 3 agosto 2015: "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139" - (Gazzetta Ufficiale n. 192 del 20/8/2015 - Supplemento Ordinario n. 51)
- DM 12/4/1996: Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l’esercizio degli impianti alimentati da combustibili gassosi.
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 Gennaio 2018 (Norme tecniche di costruzioni)
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019 n°7 “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 Gennaio 2018”
- “Guida per l’installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione anno 2012” – DCPREV prot. n. 1324 del 07/02/2012
- “Chiarimenti alla nota prot. DCPREV 1324 del 07/02/2012” – DCPREV 6334 del 04/05/2012
- Decreto interministeriale 21 Marzo 1988 n.449 – Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne.



132 Cell Bifacial HTJ Technology

700W N-Type

HALF CUT MONOCRYSTALLINE SOLAR MODULE

700W
Highest power output

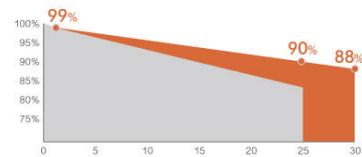
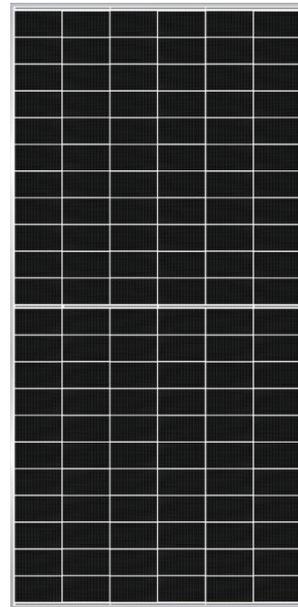
22.5%
Module efficiency

PRODUCT QUALITY FEATURES

- High output Heterojunction (HJT) technology
- Bifacial G12 210mm cell
- SMBB Half Cell Technology
- +5w positive power tolerance
- Lower balance of system costs. Faster ROI.
- 30 year British performance warranty. UK service and support.

PRODUCT ADVANTAGES

-  **HTJ technology**
N-Type performance. Bifaciality of 80%
-  **Low Hot-spot Risk**
1/2 current, reducing the hot spot temperature
-  **Excellent loading capability**
2400Pa wind loads, 5400Pa snow loads, 8000Pa extra support
-  **Low NMOT**
As low as 44°C, improving the power generation efficiency
-  **Half Cell, MBB Technology**
Series-then-parallel cell connection design, more reliable soldering technology



12
Years
Materials and workmanship warranty

30
Years
Linear power warranty



LOW RISK BRITISH PROCUREMENT



BRITISH TECHNICAL SUPPORT



ALWAYS GRADE "A" CELLS



BRITISH QUALITY STANDARDS



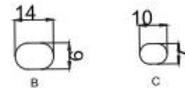
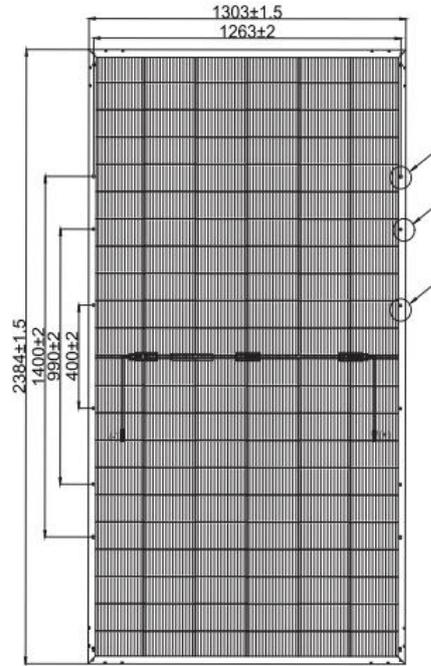
+44 (0)1753 910327 | info@uksol.uk | www.uksol.uk | WhatsApp: +44 (0)7949 489911

UKSOL and the UKSOL logo are registered trademarks of UKSOL Ltd.

UKS-132/12H-700W-BG

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Standard - Black	700w
Nominal power, Pmpp	700 Wp
Tolerance, Pmpp	0 / +5 W
Maximum series fuse	30 A
Module efficiency	22.5 %
Isc	17.43 A
Voc	50.13V
I _{mp}	16.63 A
V _{mp}	42.10 V
Maximum voltage	1500 V
α I _{sc}	0.04 % / °C
β Voc	- 0.25 % / °C
g P _{max}	- 0.26 % / °C
Temperature range	- 40°C ~ +85°C
NOCT. Nominal Operating Cell Temperature	44 ± 2°C



MANAGEMENT SYSTEM



ISO 9001:
Quality management system



ISO 14001:
Standard for environmental management system



OHSAS 45001:
International standard for occupational health and safety assessment system

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Frame	Anodized Aluminium Alloy
Weight	A38.7 kg
Connection box	Sealed, robust and wide for heat dissipation IP67/IP68 according to IEC 60529 Diodes by-pass built-in (3/6) for protection of the partial shading Connector MC4 or compatible Cables 1000 mm (±20%) length and 4mm ² section Fire Class I approval (UNI 9177)
Frontal	2 mm thick tempered glass with high strength and ARC Textured, extra-clear with low iron content
Solar cells	132 cells monocrystalline silicon
Weight, dimensions and packaging	38.7 Kg 2384 x 1303x 35mm (+/-1%) Pack: 527pcs-truck and packaging



**30 YEAR
BRITISH
WARRANTY**

NOTE: Read the instruction manual of this product and follow the indications STC. Values are valid for: 1000W/m², AM 1.5 and cell's temperature of 25°C. Measurement tolerance +/-3% (AAA Solar simulation -IEC 60.904-9-). All the information of this brochure may be amended without notice by UKSOL.

+44 (0)1753 910327 | info@uksol.uk | www.uksol.uk | WhatsApp: +44 (0)7949 489911

UKSOL and the UKSOL logo are registered trademarks of UKSOL Ltd.

SG350HX

Inverter di stringa multi-MPPT per sistemi a 1500 Vdc

NEW



RESA ELEVATA

- Fino a 16 MPPT con efficienza massima 99%
- 20 A per stringa, compatibilità con moduli da 500Wp+
- Scambio dati con sistema tracker, miglioramento della resa

BASSI COSTI

- Funzione Q at night, risparmio sull'investimento
- Power line communication (PLC)
- Diagnosi con Smart IV Curve*, O&M attivo

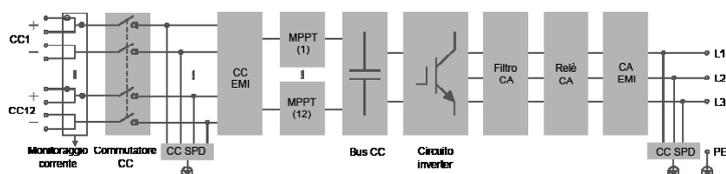
SUPPORTO ALLA RETE

- $SCR \geq 1.16$ funzionamento stabile in reti estremamente deboli
- Tempo di risposta della potenza reattiva <30ms
- Conforme al codice di rete globale

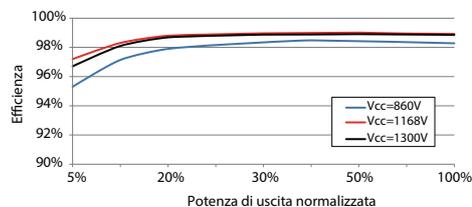
SICUREZZA

- 2 stringhe per MPPT, protezione del collegamento da inversione di polarità CC
- Interruttore CC integrato, spegnimento automatico in caso di guasti
- Monitoraggio dell'isolamento CA e CC in tempo reale 24 ore su 24

TOPOLOGIA



CURVA DI EFFICIENZA



Designazione	SG350HX
Ingresso (CC)	
Tensione fotovoltaica in ingresso max.	1500 V
Tensione fotovoltaica in ingresso min. / Tensione di avvio	500 V / 550 V
Tensione nominale in ingresso	1080 V
Intervallo tensione MPP	500 V – 1500 V
Intervallo di tensione MPP per potenza nominale	860 V – 1300 V
N. di MPPT	12 (Opzionale: 14/16)
Numero max. stringhe fotovoltaiche per MPPT	2
Corrente max. in ingresso	12 * 40 A (Opzionale: 14 * 30 A / 16 * 30 A)
Corrente di cortocircuito max.	60 A
Uscita (CA)	
Potenza CA massima in uscita alla rete	352 kVA @ 30 °C / 320 kVA @ 40 °C / 295 kVA @ 50 °C
Potenza CA nominale in uscita	320 kW
Corrente CA max. in uscita	254 A
Tensione CA nominale	3 / PE, 800 V
Intervallo tensione CA	640 – 920 V
Frequenza di rete nominale / Intervallo f requenza di rete	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Distorsione armonica totale (THD)	< 3 % (alla potenza nominale)
Iniezione di corrente CC	< 0.5 % In
Fattore di potenza alla potenza nominale / regolabile	> 0.99 / 0.8 in anticipo – 0.8 in ritardo
Fasi di immissione / fasi di connessione	3 / 3
Efficienza	
Efficienza max. / Efficienza europea / Efficienza CEC	99.01 % / 98.8 % / 98.5 %
Protezione	
Protezione da collegamento inverso CC	Si
Protezione corto circuito CA	Si
Protezione da dispersione di corrente	Si
Monitoraggio della rete	Si
Monitoraggio dispersione verso terra	Si
Sezionatore CC / Sezionatore CA	Si / No
Monitoraggio corrente stringa fotovoltaica	Si
Funzione erogazione reattiva notturna (Q at night)	Si
Protezione anti-PID e PID-recovery	Opzionale
Protezione sovratensione	CC Tipo II / CA Tipo II
Dati Generali	
Dimensioni (L x A x P)	1136*870*361 mm
Peso	≤ 116 kg
Metodo di isolamento	Senza trasformatore
Grado di protezione	IP66 (NEMA 4X)
Consumo energetico notturno	< 6 W
Intervallo di temperature ambiente di funzionamento	-30 to 60 °C
Intervallo umidità relativa consentita (senza condensa)	0 – 100 %
Metodo di raffreddamento	Raffreddamento ad aria forzata intelligente
Altitudine massima di funzionamento	4000 m (> 3000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Comunicazione	RS485 / PLC
Tipo di collegamento CC	MC4-Evo2 (Max. 6 mm ² , opzionale 10 mm ²)
Tipo di collegamento CA	Supporto terminali OT / DT (Max. 400 mm ²)
Conformità	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, UL1741, UL1741SA, IEEEE1547, IEEEE1547.1, CSA C22.2 107.1-01-2001, California Rule 21, UL1699B, CEI 0-16
Supporto rete	Funzione erogazione potenza reattiva notturna (Q at night), LVRT, HVRT, controllo potenza attiva e reattiva, velocità rampa di potenza, Q-U e P-f

*: Compatibile solo con logger Sungrow e iSolarCloud

TECSUN(PV) H1Z2Z2-K 1/1kV AC (1,5/1,5kV DC) PV cables, rubber insulated, TÜV and VDE certified as per EN 50618



Application

PRYSMIAN Solar cables TECSUN (PV) H1Z2Z2-K acc. to EN 50618, are intended for use in Photovoltaic Power Supply Systems at nominal voltage rate up to 1,5/1,5kV DC. They are suitable for applications indoor and/or outdoor, in industrial and agriculture fields, in/at equipment with protective insulation (Protecting Class II), in explosion hazard areas (PRYSMIAN Internal Testing). They may be installed fixed, freely suspended or free movable, in cable trays, conduits, on and in walls. TECSUN(PV) H1Z2Z2-K cables are suitable for direct burial (PRYSMIAN Internal Testing), where the corresponding guidelines for direct burial shall be considered.

Global data

Brand	TECSUN(PV)
Type designation	H1Z2Z2-K
Standard	DIN EN 50618
Certifications / Approvals	VDE Approval Mark (<VDE>); TÜV-Certificate nr. 60103637

Notes on installation

Notes on installation Thanks to more than 10 years of positive experience with direct burial, not only according to the internal tests performed, but also to the successful installation in PV plants worldwide, the TECSUN(PV) cables are suitable for direct burial in ground (PRYSMIAN Internal Testing). The corresponding installation guidelines shall be taken in consideration.

Design features

Conductor	Electrolytic tinned copper, finely stranded class 5 in accordance with IEC 60228
Insulation	Cross-linked HEPR 120°C
Outer sheath	Cross-linked EVA rubber 120°C. Insulation and sheath are solidly bonded (Two-layer-insulation)
Outer Sheath Colour	Black, blue, red
Protective Braid Screen	TECSUN(PV) (C) with additional braid made of tinned copper wires (surface coverage > 80%), as a protective element against rodents or impact

Electrical parameters

Rated voltage	DC: 1,5/1,5 kV AC: 1,0/1,0 kV
Max. permissible operating voltage AC	1.2/1.2 kV
Max. permissible operating voltage DC	1.8/1.8 kV
Test voltage	AC: 6,5 kV / DC: 15 kV (5 Min.)
Current Carrying Capacity description	According to EN 50618, Table A-3
Electrical Tests	Acc. to EN 50618, Table 2: <ul style="list-style-type: none"> • Conductor Resistance; • Voltage Test on completed cable (AC and DC); • Spark Test on insulation; Insulation Resistance (at 20°C and 90°C in water); • Insulation Long-Term Resistance to DC (10 days, in 85°C water, 1,8 kV DC); • Surface Resistance of Sheath. PRYSMIAN internal test: <ul style="list-style-type: none"> • Dielectric Strength; • Insulation Resistance at 120°C in air.

TECSUN(PV) H1Z2Z2-K 1/1kV AC (1,5/1,5kV DC) PV cables, rubber insulated, TÜV and VDE certified as per EN 50618



Chemical parameters

Reaction to fire	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Single Cable Flame Test per EN 60332-1-2; • Low Smoke Emission per EN 61034-2 (Light Transmittance > 70%); • Halogen-free per EN 50525-1, Annex B. <p>PRYSMIAN internal test:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Multiple Cable Flame Test per EN 50305-9; • Low Toxicity per EN 50305 (ITC < 3).
Resistance to oil	<p>PRYSMIAN internal test, on sheath:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 24h, 100°C (meets VDE 0473-811-404, EN 60811-404).
Weather resistance	<p>Acc. to EN 50618, Annex E and Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UV Resistance on sheath: tensile strength and elongation at break after 720h (360 Cycles) of exposure to UV lights acc. to EN 50289-4-17, Method A; • Ozone resistance: per Test Type B (DIN EN 50396). <p>PRYSMIAN internal test:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Water Absorption (Gravimetric) per DIN EN 60811-402.
Acid and alkaline resistance	<p>Acc. to EN 50618, Annex B:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 7 days, 23°C (N-Oxalic Acid, N-Sodium Hydroxide) acc. to EN 60811-404.
Ammonia Resistance	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 days in Saturated Ammonia Atmosphere.
Environmentally Friendly	<p>TECSUN(PV) cables comply with the RoHS directive 2011/65/EU of the European Union.</p>

Thermal parameters

Max. operating temperature of the conductor	<p>Max. 90°C at conductor (lifetime acc. to Arrhenius-Diagram TECSUN = 30 years). 20.000 hours of operation at conductor temperature of 120°C (and 90°C ambient temperature) are permitted.</p>
Max. short circuit temperature of the conductor	<p>250 °C (5 s.)</p>
Ambient temperature (for fixed and flexible installation)	<p>Installation and handling: -25°C up to 60°C In operation: -40°C up to +90°C</p>
Resistance to cold	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cold Bending Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-504; • Cold Elongation Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-505; • Cold Impact Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-506 and EN 50618 Annex C.
Damp-Heat Test	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1.000h at 90°C and 85% humidity (test acc. to EN 60068-2-78).

Mechanical parameters

Max. tensile load	<p>15 N/mm² in operation, 50 N/mm² during installation</p>
Min. bending radius	<p>Acc. to EN 50565-1</p>
Abrasion resistance	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acc. to DIN ISO 4649 against abrasive paper; • Sheath against sheath; • Sheath against metal; • Sheath against plastics.
Shrinkage Test	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maximum Shrinkage <2% (test acc. to EN 60811-503).
Pressure Test at High Temperature	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <50% acc. to EN 60811-508.
Dynamic Penetration Test	<p>Acc. to EN 50618, Annex D:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meets requirements of EN 50618.
Shore-Hardness	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Type A: 85 acc. to DIN EN ISO 868
Durability of Print	<p>Acc. to EN 50618:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Test acc. to EN 50396.
Rodent resistance	<p>Safety can be optimized by utilizing protective hoses, or protective element, such as a metallic screen braid.</p>

Number of cores x cross section	Colour	Part number	Conductor diameter max. mm	Outer diameter min. mm	Outer diameter max. mm	Bending radius fixed min. mm	Weight (approx.) kg/km	Permissible tensile force max. N	Conductor resistance at 20°C max. Ω/km	Current carrying capacity for single cable free in air (60°C ambient temp.) A	Current carrying capacity for single cable on a surface (60°C ambient temp.) A	Short Circuit Current (1s. from 90°C to 250°C) kA
1x1,5	black	20154830	1.6	4.4	5	15	35	23	13.7	30	29	0.21
1x2,5	black	20154650	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x2,5	red	20167176	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x2,5	blue	20167177	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x4	black	20149014	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x4	red	20165491	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x4	blue	20165492	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x6	black	20149015	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x6	red	20165493	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x6	blue	20165494	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x10	black	20149016	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x10	red	20165495	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x10	blue	20165496	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x16	black	20154857	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x16	red	20167178	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x16	blue	20167179	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x25	black	20154858	6.4	10.3	11.2	34	290	375	0.795	176	167	3.58
1x35	black	20154859	7.5	11.7	12.5	50	400	525	0.565	218	207	5.01
1x50	black	20154860	9	13.5	14.5	58	560	750	0.393	276	262	7.15
1x70	black	20156711	10.8	15.5	16.5	66	750	1050	0.277	347	330	10.01
1x95	black	20156712	12.6	17.7	18.7	75	970	1425	0.21	416	395	13.59
1x120	black	20156713	14.2	19.2	20.4	82	1220	1800	0.164	488	464	17.16
1x150	black	20156714	15.8	21.4	22.6	91	1500	2250	0.132	566	538	21.45
1x185	black	20153870	17.4	23.7	25.1	101	1840	2775	0.108	644	612	26.46
1x240	black	20157001	20.4	27.1	28.5	114	2400	3600	0.082	775	736	34.32
TECSUN(PV) (C) H1Z2Z2-K												
1x4 (C)	black		2.4	6	6.6	26.4	90		5.09	55	52	0.57
1x6 (C)	black		2.9	6.5	7.1	28.4	110		3.39	70	67	0.86

Standard delivery length is 500mt. Other lengths are available on request.
All cross sections are also available in red and blue colors.

FG16OR16 0,6/1 kV G16 TOP

Cca - s3, d1, a3



In accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR

According to the requirements of the European Construction Product Regulation CPR

Norma di riferimento

CEI UNEL 35318 / CEI UNEL 35322

Descrizione del cavo

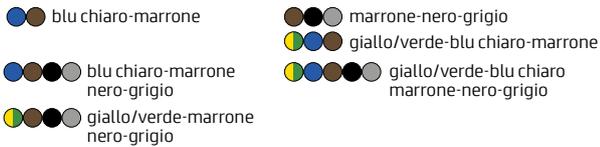
Anima

Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto

Isolante

Gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche

Colori delle anime



Le anime dei cavi per segnalamento sono nere, numerate ed è previsto il conduttore di terra giallo/verde

Guaina

In PVC speciale di qualità R16, colore grigio

Marcatura

Stampigliatura ad inchiostro ogni 1 m:

PRYSMIAN (G) FG16OR16 G16 TOP 0.6/1 kV ..x...

Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP anno

Marcatura metrica progressiva

Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11)

Applicazioni

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Per ulteriori dettagli fare riferimento alla Norma CEI 20-67 "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

Adatti per alimentazione e trasporto di energia e/o segnali nell'industria/artigianato e dell'edilizia residenziale. Adatti per posa fissa sia all'interno, che all'esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari. Possono essere direttamente interrati.

Standard

CEI UNEL 35318 / CEI UNEL 35322

Cable design

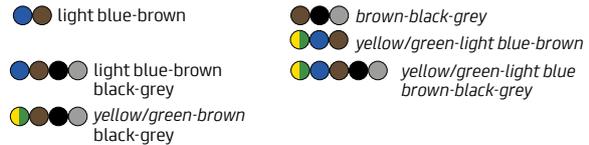
Core

Stranded flexible annealed bare copper conductor

Insulation

High module HEPR rubber G16 type with higher electrical, mechanical and thermal performances

Core identification



Conductors for signalling cables are black, with numbers and with yellow/green earth conductor

Sheath

Special PVC outer sheath, R16 type, grey colour

Marking

Ink marking each meter interval on the outer sheath:

PRYSMIAN (G) FG16OR16 G16 TOP 0.6/1 kV ..x...

Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP year

Progressive metric marking

Compliant with the requirements of European Construction Product Regulation (CPR UE 305/11)

Applications

Cables suitable for electrical power systems in constructions and other civil engineering buildings, in order to limit fire and smoke production and spread, in accordance with the European Construction Product Regulation (CPR).

For further details, please refer to CEI 20-67 standard "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

For supply and feeding of power and signals in industry, public applications and residential buildings. Suitable for fixed installation both indoor and outdoor, on cable trays, in pipe, conduits or similar systems. Can be directly buried.



Condizioni di posa / Laying conditions



FG16OR16 0,6/1 kV **G16**TOP



FG16OR16

sezione nominale	diámetro indicativo conduttore	spessore medio isolante	diámetro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 20 °C				raggio minimo di curvatura	
<i>conductor cross-section</i>	<i>approximate conductor diameter</i>	<i>average insulation thickness</i>	<i>maximum outer diameter</i>	<i>approx. weight</i>	<i>maximum DC resistance at 20 °C</i>	<i>in open air at 30 °C</i>	<i>30 °C in tubo in aria</i>	<i>permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C</i>				<i>minimum bending radius</i>
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)			ρ=1°C m/W	ρ=1,5°C m/W	ρ=1°C m/W	ρ=1,5°C m/W	(mm)

2 conduttori / 2 cores - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	12,0	150	13,3	26	22	24	23	36	31	108
2,5	2,0	0,7	13,0	190	7,98	36	30	31	30	47	41	117
4,0	2,5	0,7	14,2	240	4,95	49	40	41	39	61	55	128
6,0	3,0	0,7	15,4	310	3,30	63	51	52	49	77	68	139
10,0	3,9	0,7	17,3	440	1,91	86	69	70	66	105	92	156
16,0	5,0	0,7	19,4	600	1,21	115	91	92	86	136	120	175
25,0	6,4	0,9	23,0	850	0,780	149	119	118	111	177	156	207
35,0	7,7	0,9	25,7	1130	0,554	185	145	145	136	212	185	231
50,0	9,2	1,0	29,3	1580	0,386	225	175	180	168	252	221	264
70,0	11,0	1,1	53,1	2050	0,272	300	220	230	217	335	289	298

3 conduttori / 3 cores - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	12,5	170	13,3	23	19,5	20	19	30	26	112
2,5	2,0	0,7	13,6	220	7,98	32	26	26	25	40	36	122
4,0	2,5	0,7	14,9	280	4,95	42	35	33	32	51	45	134
6,0	3,0	0,7	16,2	370	3,30	54	44	43	41	65	56	146
10,0	3,9	0,7	18,2	530	1,91	75	60	59	55	88	78	164
16,0	5,0	0,7	20,6	740	1,21	100	80	76	72	114	101	185
25,0	6,4	0,9	24,5	1060	0,780	127	105	100	93	148	130	220
35,0	7,7	0,9	27,3	1420	0,554	158	128	122	114	178	157	246
50,0	9,2	1,0	31,2	1960	0,386	192	154	152	141	211	185	281
70,0	11,0	1,1	35,6	2700	0,272	246	194	189	174	259	227	320
95,0	12,5	1,1	40,0	3430	0,206	298	233	226	206	311	274	360
120,0	14,2	1,2	44,4	4390	0,161	346	268	260	238	355	311	400
150,0	15,8	1,4	49,5	5400	0,129	399	300	299	272	394	345	445

3 conduttori con giallo/verde / 3 cores with yellow/green - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	12,5	170	13,3	26	22	24	23	36	31	112
2,5	2,0	0,7	13,6	220	7,98	36	30	31	30	47	41	122
4,0	2,5	0,7	14,9	280	4,95	49	40	41	39	61	55	134
6,0	3,0	0,7	16,2	370	3,30	63	51	52	49	77	68	146
10,0	3,9	0,7	18,2	530	1,91	86	69	70	66	105	92	164
16,0	5,0	0,7	20,6	740	1,21	115	91	92	86	136	120	185
25,0	6,4	0,9	24,5	1060	0,780	149	119	118	111	177	156	220
35,0	7,7	0,9	27,3	1420	0,554	185	146	145	136	212	185	246
50,0	9,2	1,0	31,2	1960	0,386	225	175	180	168	252	221	281
70,0	11,0	1,1	35,6	2700	0,272	289	221	223	207	310	272	320
95,0	12,5	1,1	40,0	3430	0,206	352	265	265	245	371	325	360
120,0	14,2	1,2	44,4	4390	0,161	410	305	310	284	423	370	400
150,0	15,8	1,4	49,5	5400	0,129	399	300	299	272	394	345	445

FG160R16 0,6/1 kV G16TOP



FG160R16

sezione nominale	di diametro indicativo conduttore	spessore medio isolante	di diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 20 °C				raggio minimo di curvatura	
conductor cross-section	approximate conductor diameter	average insulation thickness	maximum outer diameter	approx. weight	maximum DC resistance at 20 °C	in open air at 30 °C	in duct in air at 30 °C	permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C			buried at 20 °C	minimum bending radius
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)			ρ=1°C m/W	ρ=1,5 °C m/W	ρ=1 °C m/W	ρ=1,5 °C m/W	(mm)

4 conduttori / 4 cores - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	13,4	200	13,3	23	19,5	20	19	30	26	121
2,5	2,0	0,7	14,6	260	7,98	32	26,0	26	25	40	36	131
4,0	2,5	0,7	16,0	330	4,95	42	35,0	33	32	51	45	144
6,0	3,0	0,7	17,5	430	3,30	54	44,0	43	41	65	56	157
10,0	3,9	0,7	19,8	640	1,91	75	60,0	59	55	88	78	178
16,0	5,0	0,7	22,4	900	1,21	100	80,0	76	72	114	101	202
25,0	6,4	0,9	26,8	1300	0,780	127	105,0	100	93	148	130	241
35+1x25	7,7	0,9	29,2	1650	0,554	158	128,0	122	114	178	157	263
50+1x25	9,2	1,0	32,4	2200	0,386	192	154,0	152	141	211	185	292
70+1x35	11,0	1,1	37,0	3000	0,272	246	194,0	189	174	259	227	333
95+1x50	12,5	1,1	42,0	3900	0,206	298	233,0	226	206	311	274	378
120+1x70	14,2	1,2	46,9	4700	0,161	346	268,0	260	238	355	311	422

4 conduttori con giallo/verde / 4 cores with yellow/green - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	13,4	200	13,3	23	19,5	20	19	30	26	121
2,5	2,0	0,7	14,6	260	7,98	32	26,0	26	25	40	36	131
4,0	2,5	0,7	16,0	330	4,95	42	35,0	33	32	51	45	144
6,0	3,0	0,7	17,5	430	3,30	54	44,0	43	41	65	56	157
10,0	3,9	0,7	19,8	640	1,91	75	60,0	59	55	88	78	178
16,0	5,0	0,7	22,4	900	1,21	100	80,0	76	72	114	101	202
25,0	6,4	0,9	26,8	1300	0,780	127	105,0	100	93	148	130	241
35+1G25	7,7	0,9	29,2	1650	0,554	158	128,0	122	114	178	157	263
50+1G25	9,2	1,0	32,4	2200	0,386	192	154,0	152	141	211	185	292
70+1G35	11,0	1,1	37,0	3000	0,272	246	194,0	189	174	259	227	333
95+1G50	12,5	1,1	42,0	3900	0,206	298	233,0	226	206	311	274	378
120+1G70	14,2	1,2	46,9	4700	0,161	346	268,0	260	238	355	311	422

5 conduttori con giallo/verde / 5 cores with yellow/green - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	14,4	230	13,3	23	19,5	20	19	30	26	130
2,5	2,0	0,7	15,6	310	7,98	32	26,0	26	25	40	36	140
4,0	2,5	0,7	17,3	400	4,95	42	35,0	33	32	51	45	156
6,0	3,0	0,7	18,9	520	3,30	54	44,0	43	41	65	56	170
10,0	3,9	0,7	21,5	780	1,91	75	60,0	59	55	88	78	193
16,0	5,0	0,7	24,4	1120	1,21	100	80,0	76	72	114	101	220
25,0	6,4	0,9	29,3	1680	0,780	127	100,0	100	93	148	130	295
35,0	7,7	0,9	32,8	2150	0,554	158	128,0	122	114	178	157	313
50,0	9,2	1,0	38,2	3000	0,386	192	154,0	152	141	211	185	160

Note / Notes:

Le portate dei cavi quadripolari e pentapolari sono state calcolate per tre conduttori attivi.
 Le portate dei cavi interrati sono state calcolate considerando una profondità di posa di 0,8 m.
 Current carrying capacities for cables consisting of 4/5 conductors are calculated assuming three working conductors.
 Current carrying capacities for buried cables are calculated assuming a laying depth of 0,8 m.

FG16OR16 0,6/1 kV **G16TOP**Comando e segnalamento / *Control and signalling - FG16OR16*

numero conduttori	diametro indicativo conduttore	spessore medio isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 20 °C			raggio minimo di curvatura
						30 °C in aria	30 °C in tubo in aria	Interrato in tubo	
<i>number of cores</i>	<i>approximate conductor diameter</i>	<i>average insulation thickness</i>	<i>maximum outer diameter</i>	<i>approximate weight</i>	<i>maximum DC resistance at 20 °C</i>	<i>permissible current rating (A)</i>			<i>minimum bending radius</i>
(n)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)	<i>in open air at 30 °C</i>	<i>in duct in air at 30 °C</i>	<i>in buried duct at 20 °C</i>	(mm)
								ρ=1°C m/W	ρ=1,5°C m/W

Sezione 1,5 mm² / *1,5 mm² cross-section - tab. CEI-UNEL 35322*

5 G	1,5	0,7	14,4	230	13,3	16	14	26	23	130
7 G	1,5	0,7	15,4	275	13,3	13	11,5	18,5	16	139
10 G	1,5	0,7	18,7	365	13,4	13	11,5	18,5	16	168
12 G	1,5	0,7	19,3	410	13,4	11	9,5	14,5	12,5	174
16 G	1,5	0,7	21,1	510	13,4	11	9,5	14,5	12,5	190
19 G	1,5	0,7	22,1	580	13,4	9	8	13	11,5	199
24 G	1,5	0,7	25,4	700	13,5	9	8	13	11,5	229

Sezione 2,5 mm² / *2,5 mm² cross-section - tab. CEI-UNEL 35322*

7 G	2,0	0,7	16,8	310	7,98	17,5	15,5	24	21	151
10 G	2,0	0,7	20,6	395	8,06	17,5	15,5	24	21	185
12 G	2,0	0,7	21,3	445	8,06	13,5	12,0	20	17,5	191
16 G	2,0	0,7	23,3	545	8,06	13,5	12,0	20	17,5	210
19 G	2,0	0,7	24,5	615	8,06	12	10,5	16	14	220
24 G	2,0	0,7	28,3	750	8,10	12	10,5	16	14	255

Note / Notes:

Le portate dei cavi quadripolari e pentapolari sono state calcolate per tre conduttori attivi.

Le portate dei cavi interrati sono state calcolate considerando una profondità di posa di 0,8 m.

Current carrying capacities for cables consisting of 4/5 conductors are calculated assuming three working conductors.

Current carrying capacities for buried cables are calculated assuming a laying depth of 0,8 m.

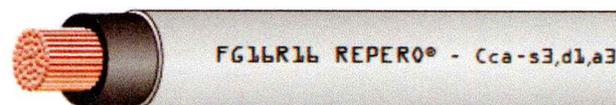
CPR (UE) n°305/11
Cca - s3, d1, a3

Regolamento Prodotti da Costruzione/*Construction Products Regulation*
Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014
Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014

DoP n°1022/17

CEI 20-13 - CEI UNEL 35318
CEI EN 60332-1-2
2014/35/UE
2011/65/CE
CA01.00755

Costruzione e requisiti/*Construction and specifications*
Propagazione fiamma/*Flame propagation*
Direttiva Bassa Tensione/*Low Voltage Directive*
Direttiva RoHS/*RoHS Directive*
Certificato IMQ-EFP/*IMQ-EFP Certificate*



DESCRIZIONE

Cavo unipolare per energia isolato in gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Conduttore

Corde flessibile di rame rosso ricotto, classe 5

Isolante

Miscela di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16

Guaina esterna

Miscela di PVC di qualità R16

Colore anime

Normativa HD 308

Colore guaina

Grigio

Marcatura a inchiostro

BALDASSARI CAVI REPERO® FG16R16 0,6/1 kV (sez)
Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP (anno) (m) (tracciabilità)

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura minima di esercizio: -15°C
(in assenza di sollecitazioni meccaniche)

Temperatura minima di posa: 0°C

Temperatura massima di corto circuito:
250°C fino alla sezione 240 mm², oltre 220°C

Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²

Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo. Per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno. Adatto per posa fissa su murature e strutture metalliche in aria libera, in tubo o canaletta o sistemi similari. Ammessa anche la posa interrata. (rif. CEI 20-67)

DESCRIPTION

Single-core power cable HEPR insulated (G16 quality), PVC sheathed, with special fire reaction characteristics according to Construction Products Regulation (CPR).

Conductor

Plain copper flexible wire, class 5

Insulation

Rubber HEPR compound, G16 quality

Outer sheath

PVC compound, R16 quality

Cores colour

HD 308 Standard

Sheath colour

Grey

Inkjet marking

BALDASSARI CAVI REPERO® FG16R16 0,6/1 kV (section)
Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP (year) (m) (traceability)

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Nominal voltage U_0/U : 0,6/1 kV

Maximum operating temperature: 90°C

Minimum operating temperature: -15°C
(without mechanical stress)

Minimum installation temperature: 0°C

Maximum short circuit temperature:
250°C up to 240 mm² section, over 220°C

Maximum tensile stress: 50 N/mm²

Minimum bending radius: 4 x maximum external diameter

Use and installation

Cables suitable for electrical power system in constructions and other civil engineering works in order to limit fire spread and smoke emission. Suitable to be used indoor or outdoor, even in wet environments; it can be fixed on walls and/or metal structures, free in air, inside pipes or similar systems. Suitable also for laying underground. (ref. CEI 20-67)

BALDASSARI
CAVI



Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente Current rating	
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	In tubo in aria In pipe in air 30°C	In tubo interrato Underground in pipe 20°C
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A
1 x 1,5	1,6	0,7	1,4	6,6	60	13,3	20	21
1 x 2,5	1,9	0,7	1,4	7,0	72	7,98	28	27
1 x 4	2,5	0,7	1,4	7,6	91	4,95	37	35
1 x 6	3,0	0,7	1,4	8,2	113	3,30	48	44
1 x 10	4,0	0,7	1,4	9,1	160	1,91	66	59
1 x 16	5,0	0,7	1,4	10,2	217	1,21	88	77
1 x 25	6,2	0,9	1,4	11,9	311	0,780	117	100
1 x 35	7,6	0,9	1,4	13,0	407	0,554	144	121
1 x 50	8,9	1,0	1,4	15,0	558	0,386	175	150
1 x 70	10,5	1,1	1,4	16,7	756	0,272	222	184
1 x 95	12,5	1,1	1,5	18,6	976	0,206	269	217
1 x 120	13,7	1,2	1,5	20,2	1222	0,161	312	259
1 x 150	15,0	1,4	1,6	22,4	1521	0,129	355	287
1 x 185	17,7	1,6	1,6	25,0	1861	0,106	417	323
1 x 240	19,9	1,7	1,7	28,4	2405	0,0801	490	379
1 x 300	22,4	1,8	1,8	31,6	2990	0,0641	-	429
1 x 400	24,8	2,0	1,9	34,4	3862	0,0486	-	500
1 x 500*	28,5	2,2	2,3	39,8	5055	0,0384	-	565

* sezione non a marchio IMQ-EFP/section without IMQ-EFP Certificate

N.B. Il coefficiente di resistività termica del terreno preso a riferimento per il calcolo della portata dei cavi interrati è di 1,5 K.m/W, profondità di posa 0,8 m. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando un circuito con 3 conduttori attivi (per cavi unipolari), eseguito considerando 2 conduttori attivi per cavi a 2 anse e 3 conduttori attivi per le altre formazioni.

N.B. The thermal resistivity coefficient used as a reference for the calculation of the underground cables current rating is 1,5 K.m/W, 0,8 m installation depth. Calculation of current rating performed considering a circuit with 3 loaded conductors (for single-core cables); performed considering 2 loaded conductors for 2 core cables and 3 loaded conductors for other formations.

MEDIUM VOLTAGE POWER CABLES

THREE SINGLE CORE CABLES IN TRIPLEX FORMATION WITH ALUMINIUM CONDUCTOR, REDUCED THICKNESS XLPE INSULATION, ALLUMINIUM TAPE SCREEN AND PE OUTER SHEATH, LONGITUDINAL AND RADIAL WATERTIGHTNESS.

APPLICATIONS

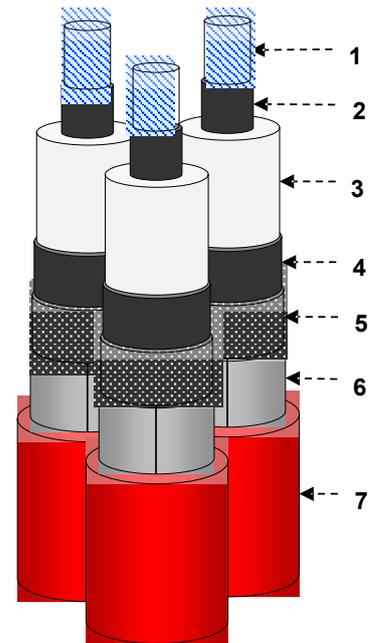
In MV energy distribution networks for voltage systems up to **42kV**. Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly or indirectly buried, also in wet location.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

Rated voltage U_0/U :	20,8/36 kV
Maximum voltage U_m :	42 kV
Test voltage:	3,5 U_0
Max operating temperature of conductor:	90 °C
Max short-circuit temperature:	250 °C (max duration 5 s)
Max short-circuit temperature (screen):	150 °C

CONSTRUCTION

- 1. Conductor**
stranded, compacted, round **aluminium** - class 2 acc. to IEC 60228
- 2. Conductor screen**
extruded semiconducting compound
- 3. Insulation**
extruded **XLPE** compound
- 4. Insulation screen**
extruded semiconducting compound - **fully bonded**
- 5. Longitudinal watertightness**
semiconducting **water blocking tape**
- 6. Metallic screen and radial water barrier**
aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)
- 7. Outer sheath**
extruded **PE** compound - colour: **red**



INSTALLATION DATA

Max pulling force during laying
 50 N/mm² (applied on the conductors)

Min bending radius during laying
 21 D_{phase} (dynamic condition)

Min temperature during laying
 - 25 °C (cable temperature)

STANDARDS

IEC 60840 where applicable (testing)
 Nexans Design
 HD 620 where applicable (materials)

MARKING by ink-jet of the following legend:

on phase 1: **"Manufacturer <Year> ARE4H5EX 20,8/36KV 3x1x<S> FASE 1 <meter marking>"**
 on phase 2: **"FASE 2"**
 on phase 3: **"FASE 3"**
 <YEAR> =Year of manufacturing
 <S> = Section of conductor



Longitudinal waterproof



Radial waterproof



Max operating temp. of conductor: **90 °C**



Max short-circuit temperature: **250 °C**



Max short-circuit temperature screen: **150 °C**



Minimum installation temperature: **-25 °C**

ARE4H5EX 20,8/36kV 3x1x...															
Type	Conductor diameter nominal	Insulation		Sheath thickness nominal	Phase diameter approx	Cable diameter approx	Cable weight indicative	Electrical resistance		X at 50 Hz	C	Current capacity		Short circuit current	
		thickness min	diameter nominal					at 20 °C - d.c. max	at 90 °C - a.c.			in ground at 20 °C	in free air at 30 °C	conductor Tmax 250°C	screen Tmax 150°C
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	μF/km	A	A	kA x 1,0 s	kA x 0,5 s
3x1x95	11,5	8,1	29,5	2,1	37,3	80,3	3.360	0,320	0,411	0,130	0,168	223	287	9,0	2,1
3x1x150	14,3	7,6	31,3	2,2	39,4	84,8	3.950	0,206	0,265	0,120	0,201	283	374	14,2	2,2
3x1x185	16,0	7,4	32,6	2,2	40,7	87,8	4.350	0,1640	0,211	0,115	0,221	321	429	17,5	2,3
3x1x240	18,5	7,1	34,5	2,3	42,8	92,3	4.990	0,1250	0,161	0,109	0,252	372	508	22,7	2,3
3x1x300	20,7	6,8	36,1	2,3	44,5	96,0	5.550	0,1000	0,129	0,104	0,283	419	583	28,3	2,4

Note

Laying condition: trefoil formation
depth (m): 0,8
soil thermal resistivity (°Cm/W): 1,5
metallic layers connection: solid bonding (earthed at both ends)

X = phase reactance
C = capacitance

Manufacturer reserves the right to change the technical data as a result of changes in standards and product improvements