

PROPONENTE SIG PROJECT ITALY 1 S.r.l. Via Borgogna 8, 20122 Milano p.iva e cod. fiscale 11503980960 email: info@suninvestmentgroup.com pec: sigproject@legalmail.it		COD. ELABORATO FVCN.RE.03
ELABORAZIONI BLE ENGINEERING S.r.l. Sede legale: Viale Cappiello 50, 81100 - Caserta P.IVA 04659450615		PAGINE /

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO, INTEGRATO CON AGRICOLTURA, DENOMINATO "MONDRAGONE", DELLA POTENZA DI 18,585 MW, E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI MONDRAGONE (CE)

2022.I.G.CAM.006

OGGETTO CAMPO FOTOVOLTAICO ED OPERE DI CONNESSIONE	TITOLO ELABORATO RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
---	--

PROGETTAZIONE

BLE ENGINEERING S.r.l.

ING. GIOVANNI CAROZZA
Sede legale: Viale Cappiello 50, 81100 - Caserta
P.IVA 04659450615

Ble Engineering srl
Viale Cappiello 50
81100 CASERTA (CE)
P. IVA 04659450615

SIG PROJECT ITALY 1 SRL
Largo degli Orzi 19/5
35020 S. Vito di Legnano (PD)
P.I. 11503980960



S.T.E. Studio Tecnico ing. Esposito
Progettazione e Consulenza
Viale Kennedy, 11 - 81040 CURTI (CE)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. Giuseppe Esposito
dott. Antonella Pellegrino
Ing. Giuseppe Nasto
Ing. Antonio Cotena
Ing. Salvatore D'Aiello
Ing. Giovanni Scarciglia

Nome documento	Revisione nr.	Del
FVCN.RE.03 - RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	0	Ottobre 2022

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della BLE S.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione

Sommario

1. INTRODUZIONE.....	2
2. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO	2
3. DEFINIZIONI	4
4. INQUADRAMENTO DELL'AREA	5
5. DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI.....	7
5.1 GENERALITA'	7
5.2 TIPOLOGIA PANNELLI FV E PRESTAZIONI	7
5.3 CARATTERISTICHE INVERTER.....	10
5.4 CARATTERISTICHE CAVO INTERRATO	12
5.5 CAVIDOTTO.....	13
5.6 POWER STATION	14
5.7 CABINE ELETTRICHE DI CAMPO	16
6. GENERALITA' SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	17
7. CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	19
7.1 CAMPI ELETTROMAGNETICI IRRILEVANTI	19
7.1.1 Moduli fotovoltaici	19
7.1.2 Inverter	19
7.1.3 Linee elettriche in corrente alternata	20
7.2 CALCOLO DELLE DPA	21
7.2.1 Metodologia	21
7.2.2 Power station	21
7.2.3 Cabine elettriche di campo	21
8. CONCLUSIONI	22

1. INTRODUZIONE

SIG PROJEK ITALY 1 SRL ha in progetto la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare, mediante l'installazione di 28.168 moduli fotovoltaici di potenza unitaria pari a 660 Wp, per una potenza complessiva di 18,585 MWp installati su inseguitori mono-assiali, sito in località Mazzafarro, nel Comune di Mondragone (CE)

La presente relazione riguarda la valutazione dei campi elettromagnetici dell'impianto fotovoltaico in fase di studio.

Si procede quindi all'interno della presente relazione, al calcolo delle distanze di prima approssimazione (DPA) secondo quanto previsto dal DM 29/05/2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" – Allegato 2, § 5.1.3 (Procedimento semplificato: calcolo della distanza di prima approssimazione).

L'impianto si svilupperà dalle cabine di campo MT (Power Station) fino alle cabine di consegna MT del campo fotovoltaico con cavi in MT interrati. Tale tipologia di posa verrà quindi reiterata sino alla connessione alla cabina primaria AT/MT.

Verrà in particolare mostrato che, data l'assenza di edifici entro le distanze di prima approssimazione previste, l'installazione oggetto di valutazione è pienamente compatibile con le caratteristiche del sito.

2. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

- Legge 22/02/2001 n.36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 8/07/2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete 50 Hz generati dagli elettrodotti";
- DM 29/05/2008 n.156 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti";
- 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 0/07/2003 art. 6 parte I";
- CEI 211-4 Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche".
- DL 9 aprile 2008 n° 81 "Testo unico sulla sicurezza sul lavoro";
- Norma CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- DM del MATTM del 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici si riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003.

Nel DPCM 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare, negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

- “Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci” [art. 3, comma 1];
- “A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.” [art. 3, comma 2];
- “Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”. [art. 4]

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. Suddetto all'art. 6, in attuazione della legge 36/01 (art 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo della fascia di rispetto degli elettrodotti. Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Inoltre, il DM 29 maggio 2008, introduce la metodologia di calcolo semplificata delle fasce di rispetto, con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA). Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico, si applica nel caso di:

- Realizzazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati;
- Progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici. Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 dei DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- linee di media tensione in cavo cordato ad elica in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta inferiore alle distanze previste dai DM marzo 1988, n 449 e s.m.i.

L'obiettivo qualità da perseguire nella realizzazione dell'impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3 μ T come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

A tal proposito occorre precisare che nelle valutazioni che seguono è stata considerata normale condizione di esercizio quella in cui l'impianto FV trasferisce alla Rete di Trasmissione Nazionale la massima produzione.

3. DEFINIZIONI

Per l'intero campo fotovoltaico e per le linee di connessione sino alla cabina primaria, la presenza di campi elettromagnetici sarà del tipo a frequenza estremamente bassa (ELF), essendo gli impianti di tipo elettrico a 50 Hz.

Quindi ci si è soffermati maggiormente sulle fonti continue di emissione a frequenza non superiore a 50 Hz con tensioni da 20 kV.

Le maggiori fonti presenti sono:

- cabina MT consegna e cabine MT di campo;
- linee in cavo interrate e fuori terra con tensioni 20 kV.

Tutti i componenti presenti avranno certificazione EMC e saranno installati in modo da ridurre l'effetto di campi elettromagnetici.

È bene ricordare che:

1. il campo elettrico cresce al crescere della tensione, decresce allontanandosi dalla fonte di emissione ed è influenzato dalla posa dei conduttori (essi sono in maggior parte posti a trifoglio, idoneo per una riduzione del campo);
2. l'induzione magnetica cresce al crescere della corrente, decresce allontanandosi dal punto di emissione e decresce con posa interrata (la maggior parte delle linee in disarica sono interrate).

Gli accorgimenti adottati per ridurre i campi elettromagnetici saranno i seguenti:

- i cavi di media tensione sono con anima metallica schermante, la loro posa è per la maggior parte interrata, mentre per la parte fuori terra, sono opportunamente schermate e a distanza ragguardevole;
- gli impianti di media tensione presenti saranno alloggiati entro strutture metalliche, nonché entro manufatti metallici (inverter) e in CAP (cabina di campo);

Con delle schermature minime, i valori del campo elettrico sono di minima intensità a distanza di pochi centimetri, mentre il campo magnetico è con valori bassi a distanza di qualche metro.

Come da elaborati di calcolo allegati, si riscontrano valori inferiori alle raccomandazioni normative e di legge.

Con i valori calcolati, si rientra pienamente nel rispetto del D. Lgs. 81/08, come da allegato XXXVI, lettera A, tabella 1 per i limiti di esposizione, e lettera B, tabella 2 per i valori di azione.

Obiettivo di qualità: (DPCM 8/7/2003 art. 4) nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze giornaliere non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle condizioni di esercizio.

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 (3 μ T). Come prescritto dall'articolo 4c.1 lettera h) della Legge Quadro n.36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

Distanza di prima approssimazione (Dpa): è la distanza in pianta sul livello del suolo della proiezione del centro linea secondaria da tutte le pareti della cabina stessa. Tale distanza garantisce che ogni punto oltre la Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

Le verifiche sono state effettuate con calcolo per i cavi interrati e le cabine di campo, ubicate in zona rurale senza presenza di persone e/o attività di durata superiore a 4 ore.

4. INQUADRAMENTO DELL'AREA

Le aree oggetto di intervento ricadono all'interno della piana del Fiume Volturno che, insieme alla Piana del Fiume Garigliano, si inserisce nella porzione settentrionale della Piana Campana.

Nello specifico l'intervento prevede la realizzazione di un campo fotovoltaico e delle annesse opere di connessione alla cabina primaria AT/MT, realizzate mediante posa in opera di cavidotto in MT.

Si riporta di seguito stralcio di inquadramento su ortofoto dell'area individuata per l'installazione del campo fotovoltaico:



Si riporta altresì l'inquadratura su ortofoto dell'intera area oggetto di intervento, comprensiva di cavidotto e stazione elettrica di trasformazione AT/MT.



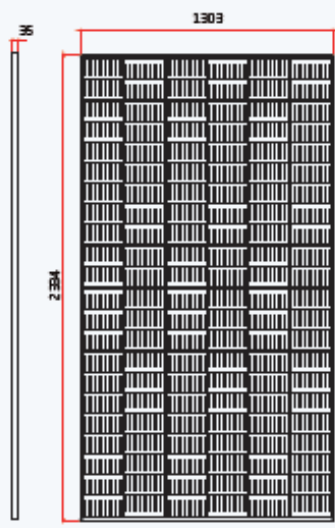
5. DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI

5.1 GENERALITA'

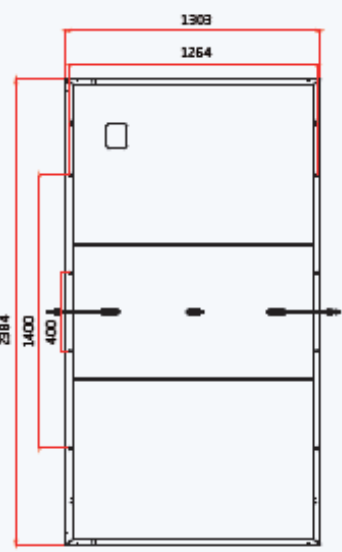
Si riportano in seguito le caratteristiche tecniche dei vari elementi che caratterizzeranno l'impianto in progetto, ovvero i pannelli fotovoltaici, le caratteristiche del cavo interrato e la rispettiva sezione di posa, le caratteristiche delle power station (cabine di sottocampo) e delle cabine elettriche di campo.

5.2 TIPOLOGIA PANNELLI FV E PRESTAZIONI

L'impianto sarà equipaggiato con pannelli FV in silicio monocristallino del tipo "Trina Solar Vertex backsheet, con potenza massima di output pari a 660 W. Si allega di seguito un estratto della scheda tecnica di prodotto.

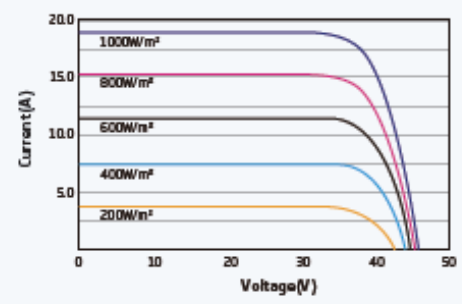


Front View

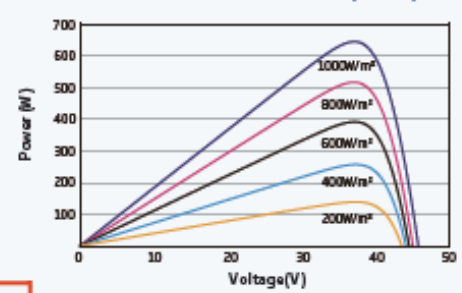


Back View

I-V CURVES OF PV MODULE(645 W)



P-V CURVES OF PV MODULE(645W)



Preliminary

ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power/Watts-P _{max} (Wp) ¹	635	640	645	650	655	660
Power Tolerance-P _{max} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage-V _{mp} (V)	36.8	37.0	37.2	37.4	37.6	37.8
Maximum Power Current-I _{mp} (A)	17.26	17.30	17.35	17.39	17.43	17.47
Open Circuit Voltage-V _{oc} (V)	44.7	44.9	45.1	45.3	45.5	45.7
Short Circuit Current-I _{sc} (A)	18.30	18.34	18.39	18.44	18.48	18.53
Module Efficiency η_m (%)	20.4	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. ¹Measuring tolerance: ±2%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power-P _{max} (Wp)	481	485	488	492	496	500
Maximum Power Voltage-V _{mp} (V)	34.3	34.6	34.8	34.9	35.1	35.3
Maximum Power Current-I _{mp} (A)	13.97	14.01	14.05	14.09	14.13	14.17
Open Circuit Voltage-V _{oc} (V)	42.1	42.3	42.5	42.7	42.9	43.0
Short Circuit Current-I _{sc} (A)	14.75	14.78	14.82	14.86	14.89	14.93

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 3m/s.

MECHANICAL DATA

SolarCells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384×1303×35 mm (93.86×51.30×1.38 inches)
Weight	33.9kg (74.7 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA
Backsheet	White
Frame	35mm(1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 280/280 mm(11.02/11.02 inches) Landscape: 1400/1400 mm(55.12/55.12 inches)
Connector	MC4-EV02 / TS4*

*Please refer to separate datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P _{max}	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40° ~ +85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Max. Series Fuse Rating	30A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty

25 year Power Warranty

2% first year degradation

0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

5.3 CARATTERISTICHE INVERTER

All'interno del campo fotovoltaico è prevista l'installazione di n. 84 inverter del tipo "SUNGROW SG250HX", di cui si riportano in seguito le caratteristiche tecniche.



Designazione	SG250HX - V113
Ingresso (CC)	
Tensione fotovoltaica in ingresso max.	1500 V
Tensione fotovoltaica in ingresso min. / Tensione di avvio	500 V / 500 V
Tensione nominale in ingresso	1160 V
Intervallo tensione MPP	500 V - 1500 V
Intervallo di tensione MPP per potenza nominale	860 V - 1300 V
N. di MPPT	12
Numero max. stringhe fotovoltaiche per MPPT	2
Corrente max. in ingresso	30 A * 12
Corrente di cortocircuito max.	50 A * 12
Uscita (CA)	
Potenza CA massima in uscita alla rete	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @40 °C/200 kVA @50°C
Potenza CA nominale in uscita	225kW
Corrente CA max. in uscita	180.5 A
Tensione CA nominale	3 / PE, 800 V
Intervallo tensione CA	680 - 880V
Frequenza di rete nominale / Intervallo frequenza 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.	99.0 %
Efficienza europea	98.8 %
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	Si
Sezionatore CA	No
Monitoraggio corrente stringa fotovoltaica	Si
Funzione erogazione reattiva notturna	Si
Protezione anti-PID e PID-recovery	Si
Protezione sovratensione	CC Tipo II / CA Tipo II
Dati Generali	
Dimensioni (L x A x P)	1051 * 660 * 363 mm
Peso	99kg
Metodo di isolamento	Senza trasformatore
Grado di protezione	IP66
Consumo energetico notturno	< 2 W
Intervallo di temperature ambiente di funzionamento	da -30 a 60 °C
Intervallo umidità relativa consentita (senza condensa)	0 - 100 %
Metodo di raffreddamento	Raffreddamento ad aria forzata intelligente
Altitudine massima di funzionamento	5000 m (> 4000 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	Terminali OT (Max. 300 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, CEI 0-16
Supporto rete	Funzione erogazione potenza reattiva notturna, LVRT, HVRT, controllo potenza attiva e reattiva oltre a controllo velocità rampa di potenza

5.4 CARATTERISTICHE CAVO INTERRATO

I cavi interrati per il trasporto in MT, saranno del tipo “triveneta cavi – ARG7H1R”, ovvero unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G/, sotto guaina in PVC.

Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche del cavo in oggetto:

Costruzione, requisiti elettrici, fisici e meccanici:	CEI 20-13 IEC 60502
Non propagazione della fiamma:	EN 60332-1-2
Misura delle scariche parziali:	CEI 20-16 IEC 60885-3
Gas corrosivi o alogenidrici:	EN 50267-2-1



ARG7H1R / Descrizione

- Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.
- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso (solo cavi U₀/U ≥ 6/10 kV)
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo (solo cavi U₀/U ≥ 6/10 kV)
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guaina: miscela a base di PVC, qualità Rz
- Colore: rosso

N.B. Il cavo può essere fornito nella versione tripolare riunito ad elica visibile. In tal caso la sigla di designazione diventa ARG7H1RX seguita dalla tensione nominale di esercizio.

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale di esercizio
ARG7H1R: U₀/U 1,8/3 kV, 6/10 kV, 12/20 kV, 18/30 kV
ARG7H1OR: U₀/U 3,6/6 kV, 6/10 kV, 12/20 kV, 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione del conduttore

Impiego e tipo di posa

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale.

Ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Caratteristiche tecniche

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Ø esterno max	Peso indicativo cavo	Portate di corrente A			
					in aria		interrato*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano
1 x 35	7,0	8,0	33,5	1045	144	152	142	149
1 x 50	8,1	8,0	34,1	1155	174	183	168	177
1 x 70	9,7	8,0	36,2	1545	218	229	207	218
1 x 95	11,4	8,0	38,2	1290	266	280	247	260
1 x 120	12,9	8,0	40,0	1670	309	325	281	296
1 x 150	14,3	8,0	41,0	1790	352	371	318	335
1 x 185	16,0	8,0	43,1	2005	406	427	361	380
1 x 240	18,3	8,0	45,0	2300	483	508	418	440
1 x 300	21,0	8,0	47,0	2570	547	576	472	497
1 x 400	23,6	8,0	51,1	3145	640	674	543	572
1 x 500	26,5	8,0	53,0	3555	740	779	621	654
1 x 630	30,1	8,0	60,2	4195	862	907	706	743

(*) I valori di portata si riferiscono alle seguenti condizioni:

- Resistività termica del terreno: 1 K·m/W

- Temperatura ambiente 20°C

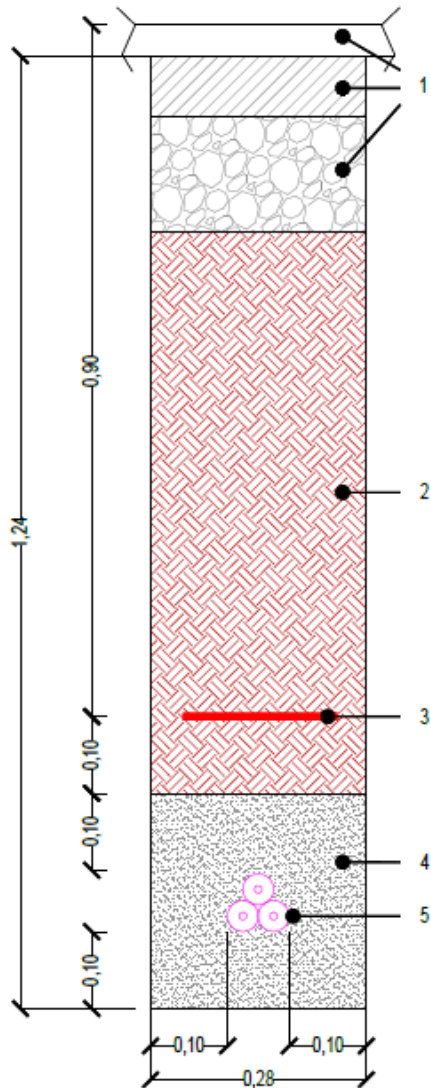
- profondità di posa: 0,8 m

Caratteristiche elettriche

Formazione	Resistenza elettrica a 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz		Reattanza di fase		Capacità a 50Hz
		Ω/km	Ω/km	Ω/Km	Ω/Km	
n° x mm ²	Ω/km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	μF/km
1 x 35	0,868	1,113	1,113	0,16	0,21	0,15
1 x 50	0,641	0,822	0,822	0,15	0,20	0,15
1 x 70	0,443	0,568	0,568	0,14	0,20	0,16
1 x 95	0,320	0,411	0,411	0,13	0,19	0,18
1 x 120	0,253	0,325	0,325	0,13	0,18	0,19
1 x 150	0,206	0,265	0,265	0,12	0,18	0,20
1 x 185	0,164	0,211	0,211	0,12	0,18	0,22
1 x 240	0,125	0,161	0,161	0,11	0,17	0,24
1 x 300	0,100	0,130	0,129	0,11	0,17	0,27
1 x 400	0,0778	0,102	0,101	0,11	0,16	0,29
1 x 500	0,0605	0,0801	0,0794	0,10	0,16	0,32
1 x 630	0,0469	0,0635	0,0625	0,099	0,16	0,36

5.5 CAVIDOTTO

Si riportano in seguito le modalità di posa dei cavi precedentemente indicati. Nello specifico, si provvederà alla posa per ciascuno scavo di n. 3 cavi tipo "ARG7H1R", entro una trincea di dimensioni sufficienti a rispettare i requisiti minimi per la posa dei cavi in MT.



LEGENDA	
1	RIPRISTINO PACCHETTO STRADALE ESISTENTE
2	REINTERRO CON TERRENO DI RISULTA PROVENIENTE DAGLI SCAVI
3	NASTRO SEGNALATORE
4	REINTERRO CON SABBIA O SABBIELLA
5	CAVO MT 18/30 KW
6	TUBI Ø 80 SOTTOSERVIZI
7	TUBO IN PEAD IRRIGAZIONE

5.6 POWER STATION

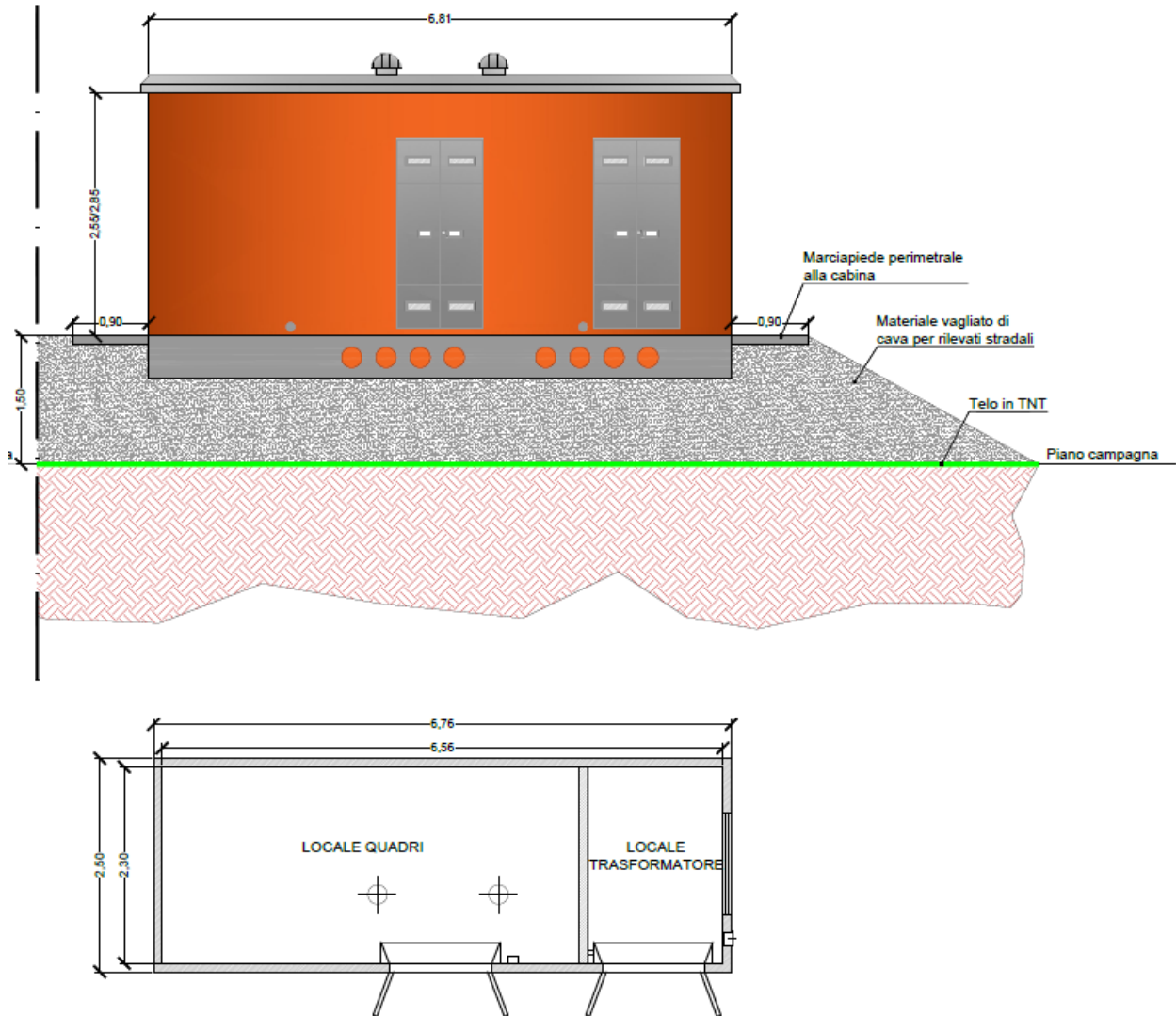
È prevista l'installazione di n. 7 power station tipo "SUNGROW MVS3150-LV", di cui si riportano in seguito le caratteristiche tecniche.



Type designation	MVS3150-LV
Transformer	
Transformer type	Oil immersed
Rated power	3150 kVA @ 40 °C
Max. power	3500 kVA @ 30 °C
Vector group	Dy11
LV / MV voltage	0.8 kV / 10 – 35 kV
Maximum input current at nominal voltage	2525 A
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Tapping on HV	0, ±2 * 2.5 %
Peak efficiency index	≥ 99.445 %
Cooling type	ONAN (Oil Natural Air Natural)
Impedance	7 % (±10 %)
Oil type	Mineral oil (PCB free)
Winding material	Al / Al
Insulation class	A
MV Switchgear	
Insulation type	SF6
Rate voltage	24 – 36 kV
Rate current	630 A
Internal arcing fault	IAC AFL 20kA / 1s
Qty.of feeder	3 feeders
LV Panel	
ACB specification	3200 A / 800 Vac / 3P, 1 pcs
MCCB specification	250 A / 800 Vac / 3P, 14 pcs
Protection	
AC input protection	Circuit breaker
Transformer protection	Oil-temperature, oil-level, oil-Pressure
Relay protection	50 / 5I, 50N / 5IN
LV overvoltage protection	AC Type II (optional: AC Type I+II)
General Data	
Dimensions (W*H*D)	6058 *2896 * 2438 mm
Approximate weight	15 T
Operating ambient temperature range	-20 to 60 °C (optional: -30 to 60 °C)
Auxiliary power supply	5 kVA / 400 V (optional: max. 40 kVA)
Degree of protection	IP54
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 95 %
Operating altitude	1000 m (standard) / > 1000 m (optional)
Communication	Standard: RS485, Ethernet, Optical fiber
Compliance	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, IEC 61439-1, EN50588-1

5.7 CABINE ELETTRICHE DI CAMPO

È prevista la realizzazione di n. 2 cabine elettriche di campo. Le stesse saranno del tipo prefabbricato, in c.a.v., monoblocco, munite di accessi con porte in metallo e griglie di aerazione in vetroresina. Il basamento di fondazione, anch'esso prefabbricato, sarà del tipo a vasca.



6. GENERALITA' SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

In generale, la radiazione elettromagnetica è prodotta da cariche elettriche in movimento. Ogni sistema alimentato elettricamente produce un campo elettromagnetico, anche se con intensità che possono essere estremamente basse. La caratterizzazione del fenomeno è eseguita tramite grandezze vettoriali:

vettore campo elettrico	\vec{E}	(V/m)
vettore campo magnetico	\vec{H}	(A/m)
vettore induzione magnetica	\vec{B}	(T)

La propagazione della radiazione si verifica alla velocità della luce ed è associata ad un trasporto di energia misurata dalla seguente grandezza scalare:

densità di potenza	S	(W/m ²)
--------------------	---	---------------------

Nello spazio libero la propagazione della radiazione elettromagnetica avviene nello stesso modo in ogni direzione tramite onde sferiche. La presenza di mezzi differenti e non omogenei porta invece a una complicazione del fenomeno, verificandosi vari tipi di interazioni quali riflessione e rifrazione, diffrazione, diffusione, assorbimento ecc. L'incidenza di radiazioni elettromagnetiche su sistemi biologici causa correnti indotte che possono dipendere da vari fattori quali l'intensità della radiazione, il rapporto tra la lunghezza d'onda della radiazione incidente e le dimensioni geometriche del corpo investito, le caratteristiche fisiche del corpo stesso.

Le radiazioni elettromagnetiche possono essere classificate in base alla lunghezza d'onda della radiazione incidente, quantità direttamente correlata alla frequenza di oscillazione, secondo le relazioni:

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad e \quad w = hf$$

dove f è la frequenza, c è la velocità di propagazione, λ è la lunghezza d'onda, w è l'energia associata alla radiazione, h è la costante di Plank.

L'energia corrispondente è, quindi, tanto maggiore quanto maggiore è la frequenza.

A frequenze maggiori di 2.42×10^{15} Hz è associata un'energia tale da determinare la ionizzazione della molecola dell'acqua: tali radiazioni sono dette ionizzanti (RI).

Di contro per frequenze inferiori a 2.42×10^{15} Hz si parla di radiazioni non ionizzanti (NIR).

Nella presente relazione quando si parla di campi elettrici e magnetici si intende quelli prodotti da radiazioni non ionizzanti.

I campi elettromagnetici NIR vengono suddivisi ulteriormente in campi elettromagnetici a bassa frequenza e campi elettromagnetici ad alta frequenza. Questa suddivisione non è formale, ma sostanziale. Infatti, nella prima classe ricadono tutti i campi elettromagnetici con frequenza tale per cui è possibile considerare l'ipotesi di quasi stazionarietà. Ciò si verifica quando le dimensioni geometriche del sistema in oggetto sono tali che il tempo impiegato dai segnali elettromagnetici ad attraversarlo sia molto inferiore rispetto al tempo che caratterizza le variazioni delle sorgenti del campo elettrico e magnetico. In tali condizioni è possibile considerare campo elettrico e campo magnetico indipendenti l'uno dall'altro.

Della seconda categoria fanno parte i campi elettromagnetici con frequenza tale per cui campo elettrico e campo magnetico risultano dipendenti l'uno dall'altro. Le normative tecniche indicano come limite tra bassa frequenza ed alta frequenza l'intervallo 10÷100 kHz.

Questa suddivisione è importante in quanto influisce sulle metodologie di misura e di calcolo dei campi elettromagnetici, nonché sui criteri che fissano i valori limite nelle normative tecniche e nelle normative di legge.

Tutti gli apparati elettrici sono delle sorgenti di campo elettromagnetico, ma soltanto alcuni sono in grado di generare radiazioni di intensità tale da rendere necessari dei controlli per la tutela dello stato di salute delle persone esposte.

Di seguito viene riportata una tabella che indica alcune sorgenti di campo elettromagnetico ed in corrispondenza di ognuna è indicata la banda di frequenza delle radiazioni emesse:

SORGENTI	INTERVALLI DI FREQUENZA
Elettrodotti, stazioni di trasformazione e tutte le apparecchiature funzionanti a frequenza industriale	0Hz – 10 kHz
Forni ad induzione	10 kHz – 30 kHz
Riscaldatori ad induzione, schermi video e trasmettitori in AM	30 kHz – 300 kHz
Riscaldatori a radiofrequenza	3 MHz – 30 MHz
Trasmettitori in FM e Televisione	30 MHz – 300 MHz
Radiomobile, telefoni cellulari, forni a microonde	300 MHz – 3 GHz
Ponti radio	3 GHz – 30 GHz
Radar	30 GHz – 300 GHz

L'intensità dei campi elettromagnetici che si registrano in prossimità delle sorgenti riportate in tabella, dipende dalla loro potenza di emissione, dalla distanza e dalla posizione in cui ci si pone rispetto ad esse. Per questo motivo le simulazioni numeriche e le misure per la determinazione dei campi elettromagnetici e la conseguente verifica dei limiti normativi devono essere svolti considerando la potenza massima di emissione e le posizioni più critiche per l'esposizione.

Le sorgenti di campo elettromagnetico più diffuse nel territorio sono gli elettrodotti per le basse frequenze; invece per le alte frequenze sono le stazioni radio base per la telefonia mobile e gli impianti trasmettenti radiotelevisivi.

Gli elettrodotti emettono campo elettrico e campo magnetico prevalentemente alla frequenza industriale (50 Hz). L'intensità di campo elettrico aumenta all'aumentare della tensione dell'elettrodotto, mentre

L'intensità di campo magnetico aumenta all'aumentare della corrente presente sulla linea. Ambedue queste grandezze diminuiscono man mano che ci si allontana dall'elettrodotto.

7. CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

7.1 CAMPI ELETTROMAGNETICI IRRILEVANTI

7.1.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente continua, per cui la generazione di campi variabili è limitata ai soli transitori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento), peraltro di brevissima durata. Nella certificazione dei moduli fotovoltaici secondo la Norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono pertanto menzionate prove di compatibilità elettromagnetica poiché assolutamente irrilevanti.

7.1.2 Inverter

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

A questo scopo gli inverter prescelti possiedono la certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica (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, CEI 0-16).

Tra gli altri aspetti queste norme riguardano:

- i livelli armonici: le direttive del gestore di rete prevedono un THD globale (non riferito al massimo della singola armonica) inferiore al 5% (inferiore all'8% citato nella norma CEI 110-10). Gli inverter presentano un THD globale contenuto entro il 3%;
- i disturbi alle trasmissioni di segnale operate dal gestore di rete in sovrapposizione alla trasmissione di energia sulle proprie linee;
- le variazioni di tensione e frequenza. Gli effetti sulla rete di tali variazioni sono limitati dai relè di controllo della protezione di interfaccia asservita al dispositivo di interfaccia. Tuttavia, le fluttuazioni di tensione e frequenza hanno per lo più origine dalla rete stessa; si rendono quindi necessarie finestre di taratura abbastanza ampie per evitare una continua inserzione e disinserione dell'impianto fotovoltaico;

- la componente continua immessa in rete. La presenza del trasformatore elevatore permette di bloccare tale componente. Ad ogni modo, anche il dispositivo di interfaccia di ogni inverter interviene in presenza di componenti continue maggiori dello 0,5% della corrente nominale.

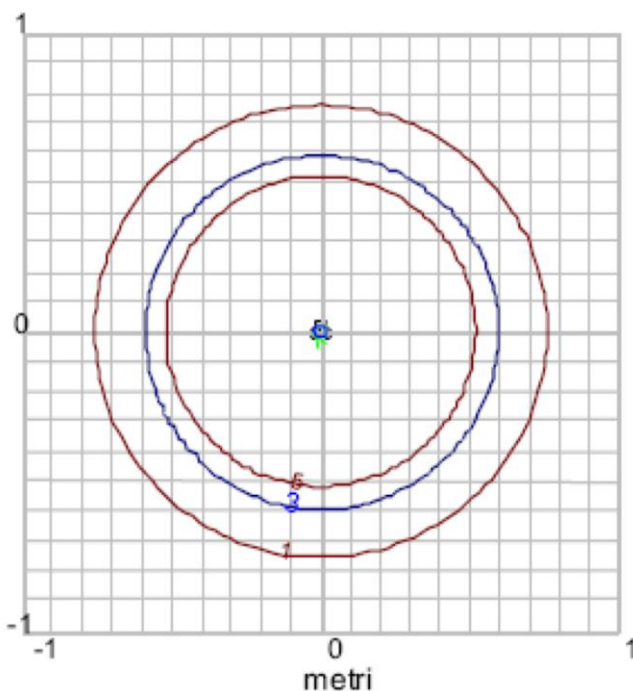
Le questioni di compatibilità elettromagnetica concernenti i buchi di tensione (fino ai 3 s in genere) sono in genere dovute al coordinamento delle protezioni effettuato dal gestore di rete locale.

7.1.3 Linee elettriche in corrente alternata

Per quanto riguarda il rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, si è tenuto conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a $3 \mu\text{T}$, anche se per la particolarità dell'impianto le aree al suo interno sono da classificare ai sensi della normativa come luoghi di lavoro, e quindi con livelli di riferimento maggiori rispetto a questi ultimi, in quanto frequentate da persone professionalmente esposte.

Si evidenzia che il progetto prevede per tutto l'impianto fotovoltaico l'impiego di cavi MT di tipo elicordato, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.

Come illustrato nella suddetta norma CEI 106-11 la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$, anche in condizioni limite con conduttori di sezione elevata, venga raggiunto già a brevissima distanza (50÷80 cm) dall'asse del cavo stesso, estinguendone pertanto gli effetti all'interno della medesima sezione di posa.



Si fa notare peraltro che anche il recente decreto del 29.05.2008, sulla determinazione delle fasce di rispetto, ha esentato dalla procedura di calcolo le linee MT in cavo interrato e/o aereo con cavi elicordati; pertanto, a tali fini si ritiene valido quanto riportato nella norma richiamata.

Ne consegue che in tutti i tratti realizzati mediante l'uso di cavi elicordati si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 1 m, a cavallo dell'asse del cavidotto, pertanto all'interno della fascia di asservimento della linea.

Per quanto riguarda i cavi BT, i relativi cavidotti si sviluppano totalmente all'interno dell'area di impianto e l'ampiezza delle DPA è tale da non invadere zone esterne alla centrale.

7.2 CALCOLO DELLE DPA

Per gli elementi precedentemente menzionati e per cui non risulta irrilevante il calcolo del campo elettromagnetico, si provvederà alla determinazione delle DPA.

7.2.1 Metodologia

I calcoli che seguono servono a determinare la distanza di prima approssimazione (DPA) per i cavi e la cabina utilizzando le formule previste nel DM 29/05/08 e nella guida CEI 106-11, considerando che per la DPA si è utilizzata la formula riportata all' art. 5.2.1 del DM 29.05.08 di seguito riportata:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0,40942 \cdot x^{0,5242}$$

In cui:

I= corrente transitante;

x= diametro esterno dei cavi.

7.2.2 Power station

Il calcolo della DPS per le Power station, verrà effettuata in funzione della massima corrente transitante. In particolare per le power station individuate si ha che la massima corrente transitante risulta pari a c.ca 52 A. Considerando inoltre un diametro esterno dei cavi pari a 47mm (0.047 m) , si ottiene:

$$DPA = \sqrt{52} \cdot 0.40942 \cdot 0.047^{0.5242} = 0.59 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

7.2.3 Cabine elettriche di campo

Il calcolo della DPS per le cabine elettriche di campo, verrà effettuata in funzione della massima corrente transitante pari a c.ca 362 A. Considerando inoltre un diametro esterno dei cavi pari a 47mm (0.047 m), si ottiene:

$$DPA = \sqrt{362} \cdot 0.40942 \cdot 0.047^{0.5242} = 1.56 \approx 2 \text{ m}$$

8. CONCLUSIONI

Per quel che riguarda il campo di induzione magnetica, l'ampiezza delle DPA stimate per l'impianto in progetto è modesta (max 2 m intorno al perimetro delle cabine di campo) e sempre ampiamente ricompresa all'interno dell'area del campo.

Per quanto detto sopra si rileva l'assenza di fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili e di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate non inferiori alle 4 ore al giorno entro le DPA sopra indicate.

Per quanto riguarda il campo elettrico, esso è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi, già per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.