



COMUNE DI CARLOFORTE

PROVINCIA DEL SULCIS IGLESIENTE



Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento per le politiche di coesione e per il sud

Incentivo di competenza della Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento per le politiche di coesione, che ne ha definito le modalità di funzionamento e che presiede alla sua corretta attuazione, affidato ad Invitalia.



REGIONE AUTONOMA
DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS.
AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI
IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI
APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

IL COMMITTENTE:

COMUNE DI CARLOFORTE
Via Garibaldi, 72
09014 Carloforte - (SU)
Tel. 0781 8589229

ELABORATO

R02

PROGETTAZIONE TECNICA A CURA DI:

UFFICIO TECNICO COMUNALE

Arch. Paolo Parodo

Ing. Nicola Uras

ENERGY MANAGER COMUNE DI CARLOFORTE

Ing. Omar Caboni

OGGETTO:

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA
E CAMPI ELETTRONAGNETICI**

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO

Ing. Nicola Fois

DATA:

09/2025

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

1	PREMESSA	5
2	GENERALITÀ	5
3	FINALITÀ, SCOPO E OBIETTIVO	6
4	DISPOSIZIONI LEGISLATIVE	6
5	I STABILE – "EX CISTERNONE"	10
5.1	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO – "EX CISTERNONE"	10
5.2	VALUTAZIONE PREVENTIVA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI - "EX CISTERNONE"	11
5.3	COLLEGAMENTO ALLA RETE DI BASSA TENSIONE - "EX CISTERNONE"	12
5.4	DESCRIZIONE DEL CAVIDOTTO - "EX CISTERNONE"	12
5.5	CAVI - "EX CISTERNONE"	13
5.6	CALCOLO DELLE FASCE DI RISPECTO - "EX CISTERNONE"	14
5.7	CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO - "EX CISTERNONE"	14
5.8	CONCLUSIONI - "EX CISTERNONE"	16
5.9	DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ AL D.P.C.M. 07/08/03 - "EX CISTERNONE"	18
6	II STABILE – "SCUOLA DELL'INFANZIA"	19
6.1	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO – "SCUOLA DELL'INFANZIA"	19
6.2	VALUTAZIONE PREVENTIVA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI – "SCUOLA DELL'INFANZIA"	20
6.3	COLLEGAMENTO ALLA RETE DI BASSA TENSIONE – "SCUOLA DELL'INFANZIA"	21
6.4	DESCRIZIONE DEL CAVIDOTTO – "SCUOLA DELL'INFANZIA"	22
6.5	CAVI – "SCUOLA DELL'INFANZIA"	22
6.6	CALCOLO DELLE FASCE DI RISPECTO – "SCUOLA DELL'INFANZIA"	24
6.7	CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO – "SCUOLA DELL'INFANZIA"	24
6.8	CONCLUSIONI – "SCUOLA DELL'INFANZIA"	26
6.9	DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ AL D.P.C.M. 07/08/03 – "SCUOLA DELL'INFANZIA"	27
7	III STABILE – "PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO"	29
7.1	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO – "PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO"	29
7.2	VALUTAZIONE PREVENTIVA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI – "PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO"	30
7.3	COLLEGAMENTO ALLA RETE DI BASSA TENSIONE – "PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO"	31
7.4	DESCRIZIONE DEL CAVIDOTTO – "PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO"	31
7.5	CAVI – "PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO"	32
7.6	CALCOLO DELLE FASCE DI RISPECTO – "PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO"	34
7.7	CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO – "PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO"	34
7.8	CONCLUSIONI – "PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO"	36
7.9	DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ AL D.P.C.M. 07/08/03 – "PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO"	37
8	IV STABILE – "EX BOCCIODROMO"	39

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

8.1	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO – – “EX BOCCIODROMO”	39
8.2	VALUTAZIONE PREVENTIVA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI - – “EX BOCCIODROMO”	40
8.3	COLLEGAMENTO ALLA RETE DI BASSA TENSIONE - – “EX BOCCIODROMO”	41
8.4	DESCRIZIONE DEL CAVIDOTTO - – “EX BOCCIODROMO”	42
8.5	CAVI - – “EX BOCCIODROMO”	42
8.6	CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO - – “EX BOCCIODROMO”	44
8.7	CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO - – “EX BOCCIODROMO”	44
8.8	CONCLUSIONI - – “EX BOCCIODROMO”	46
8.9	DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ AL D.P.C.M. 07/08/03 - – “EX BOCCIODROMO”	47

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

1 PREMESSA

La presente relazione illustra il progetto, presentato dal Comune di Carloforte, per la realizzazione di quattro nuovi impianti fotovoltaici su copertura a servizio dei seguenti stabili di proprietà del Comune:

- **I Stabile:** denominato "Ex Cisternone", sito in Via XX Settembre, Carloforte (SU). L'impianto fotovoltaico prevede l'installazione di 62 moduli per una potenza di picco pari a 31,31 kWp e un sistema di accumulo della capacità di 62,1 kWh, connessi alla Rete di Distribuzione tramite la fornitura elettrica in BT già esistente dell'edificio comunale. Il rendimento energetico annuale stimato della centrale fotovoltaica è previsto pari a circa 42,9 MWh/y.
- **II Stabile:** Scuola dell'Infanzia, sito in Località Piana Sud SNC, Carloforte (SU). L'impianto fotovoltaico prevede l'installazione di 182 moduli per una potenza di picco pari a 91,91 kWp e un sistema di accumulo della capacità di 165,6 kWh, connessi alla Rete di Distribuzione tramite la fornitura elettrica in BT già esistente dell'edificio scolastico. Il rendimento energetico annuale stimato della centrale fotovoltaica è previsto pari a circa 141 MWh/a.
- **III Stabile:** palestra della Scuola Media presso la Salita Santa Cristina a Carloforte (SU). L'impianto fotovoltaico prevede l'installazione di 96 moduli per una potenza di picco pari a 48,48 kWp e un sistema di accumulo della capacità di 82,8 kWh, connessi alla Rete di Distribuzione tramite la fornitura elettrica in BT già esistente dell'edificio scolastico. Il rendimento energetico annuale stimato della centrale fotovoltaica è previsto pari a circa 71 MWh/a.
- **IV Stabile:** Palestra polifunzionale, denominato "Ex Bocciodromo", e relativo blocco spogliatoi, siti in località Giunco, Carloforte (SU). L'impianto fotovoltaico prevede l'installazione di 200 moduli per una potenza di picco pari a 101 kWp e un sistema di accumulo della capacità di 207 kWh, connessi alla Rete di Distribuzione tramite la fornitura elettrica in BT già esistente dell'edificio comunale. Il rendimento energetico annuale stimato della centrale fotovoltaica è previsto pari a circa 141 MWh/y.

Nel presente studio sono state prese in considerazione le condizioni maggiormente significative al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dei nuovi elettrodotti: se tale condizione fosse verificata, nel caso più sfavorevole dal punto di vista dell'emissione elettromagnetica, automaticamente lo sarebbe anche in tutte le altre situazioni in esame.

2 GENERALITÀ

Le radiazioni elettromagnetiche sono fondamentalmente suddivise in due gruppi:

- Radiazioni non ionizzanti (NIR), che hanno un'energia associata che non è sufficiente ad indurre nella materia il fenomeno della ionizzazione, ovvero non possono dare luogo alla creazione di atomi e molecole elettricamente cariche (ioni);
- Radiazioni ionizzanti, che comprendono raggi X, raggi gamma ed una parte dei raggi ultravioletti.

Tali radiazioni non saranno trattate poiché non coinvolte nella tipologia di opere in questione.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"**INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE**

La linea di soglia tra radiazioni ionizzanti e non ionizzanti è l'energia fotonica di 12 eV (necessaria a ionizzare l'atomo di idrogeno).

Il rischio elettromagnetico è legato allo sviluppo di sistemi, impianti e apparati elettrici ed elettronici, il cui trend è in continua espansione e che appunto sono sorgenti di campi elettromagnetici, modificando quello naturale (si valuta che dall'inizio del secolo il fondo elettromagnetico nelle città ha avuto un incremento superiore al milione di volte).

Questo è visto come un grave rischio ambientale, tale da giustificare l'impegno profuso della comunità scientifica nazionale e internazionale, nella complessa area di ricerca sulle interazioni bio-elettromagnetiche, la tendenza del quadro legislativo nazionale di porsi come obbiettivi non solo l'imposizione di limite di esposizione per la protezione sanitaria degli effetti acuti ed immediati, ma anche di ulteriori più bassi limiti a salvaguardia di eventuali effetti sanitari che potrebbero insorgere per esposizioni a lungo termine.

Le interazioni tra l'opera in progetto e questa componente ambientale sono essenzialmente di duplice natura. La costruzione di un parco fotovoltaico presuppone ovviamente un collegamento alla rete nazionale, necessario per trasferire l'energia generata all'interno dell'impianto stesso: questo trasporto comporta l'induzione di campi elettromagnetici lungo tale collegamento. Altro punto da considerare sono le possibili interferenze con le telecomunicazioni.

In entrambi i casi le radiazioni coinvolte sono del tipo non ionizzanti.

3 FINALITÀ, SCOPO E OBIETTIVO

Scopo del presente studio è la descrizione delle emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto fotovoltaico e ad esso connesse per la verifica del rispetto dei limiti secondo la disposizione del D.P.C.M. 8.7.2003.

L'obiettivo è la determinazione delle distanze (delle fasce) di rispetto dal cavidotto affinché ci sia un valore di induzione magnetica inferiore ai 3 μ T, che è l'obiettivo di qualità stabilito dal citato D.P.C.M.. A tal fine ci si riferisce alla norma CEI 211-6.

4 DISPOSIZIONI LEGISLATIVE

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici riferisce alla Legge n°36 del 22/2/01 "Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" pubblicata il 7 Marzo 2001 sulla Gazzetta Ufficiale n. 55 e completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. del 8 Luglio 2003.

La legge fissa il contesto generale e demanda a decreti successivi la definizione dei parametri tecnico-operativi e, più in generale, tutta la parte strettamente applicativa.

Nel D.P.C.M. del 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", pubblicata il 29 Agosto 2003 sulla Gazzetta Ufficiale n. 200 vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 “Promozione dell’uso delle energie rinnovabili”

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L’INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

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:

	Campo elettrico E (kV/m)	Induzione magnetica B (µT)
Limite di esposizione	5	100
Valore di attenzione	-	10
Obiettivo di qualità	-	3

Il **limite di esposizione** è il valore massimo indicato dal legislatore che non può mai essere superato.

Art. 3, comma 1 “Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 µT per l'induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci”;

Il **valore di attenzione** per l'induzione magnetica di 10 µT si applica “nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore giornaliere”.

Art. 3, comma 2 “A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 µT, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.”;

L'**obiettivo di qualità** di 3 µT si applica ai nuovi elettrodotti in corrispondenza alle aree sopra indicate per permanenza non inferiori alle quattro ore giornaliere e “nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio”.

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 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 µT per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”.

Per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di 3 µT ed alla portata in corrente in corrente nominale dell'elettrodotto. L'obiettivo di qualità di 3 µT vale solo per i nuovi elettrodotti, per quelli già esistenti si applica invece il valore di attenzione di 10 µT.

L'obiettivo qualità da perseguire nella realizzazione dell'impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3µT come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

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

Altra legge di riferimento è la n. 4186 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" del 14 Febbraio 2001, i cui principi fondamentali sono di tutelare la salute dei cittadini nonché dei lavoratori esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 e 500 Hz definendone i limiti di esposizione e il valore di attenzione.

È la norma CEI 211-4 a fornire gli elementi fondamentali per la determinazione dei campi elettrici e magnetici alla frequenza industriale (50 Hz) generati da linee elettriche mediante l'uso di un modello bidimensionale. Ai fini del calcolo di tali campi, la linea viene schematizzata come un insieme di conduttori tra loro paralleli, di lunghezza infinita e disposti parallelamente al terreno.

Come detto il 22 Febbraio 2001 l'Italia ha promulgato la Legge Quadro n.36 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) a copertura dell'intero intervallo di frequenze da 0 a 300.000 MHz.

Tale legge delinea un quadro dettagliato di controlli amministrativi volti a limitare l'esposizione umana ai CEM e l'art. 4 di tale legge demanda allo Stato le funzioni di stabilire, tramite Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri: i livelli di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento.

Il 28 Agosto 2003 G.U. n.199, è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz".

L'art. 3 di tale Decreto riporta i limiti di esposizione e i valori di attenzione come riportato nelle Tabelle 1 e 2:

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1 - 3	60	0.2	-
> 3 – 3.000	20	0.05	1
> 3.000 – 300.000	40	0.01	4

Tabella 1 Limiti di esposizione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1 – 300.000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Tabella 2 Valori di attenzione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003 in presenza di aree, all'interno di edifici abitati a permanenze non inferiori a quattro ore.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 “Promozione dell’uso delle energie rinnovabili”

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L’INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

L’art. 4, invece, riporta i valori di immissione che non devono essere superati in aree intensamente frequentate come riportato in Tabella 3:

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA’ DI POTENZA dell’onda piana equivalente (W/m ²)
0.1 – 300.000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Tabella 3 Obiettivi di qualità di cui all’art.4 del DPCM 8 luglio 2003 all’aperto in presenza di aree intensamente frequentate.

Per quanto riguarda la metodologia di rilievo il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fa riferimento alla norma CEI 211-7 del Gennaio 2001.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 “Promozione dell’uso delle energie rinnovabili”

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L’INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

5 I STABILE – “EX CISTERNONE”

5.1 DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO – “EX CISTERNONE”

Il collegamento elettrico alla rete di trasmissione nazionale dell’impianto fotovoltaico si effettuerà con cavi ad una tensione di 400 V. Tali campi faranno capo ad un impianto di consegna che concentra l’energia prodotta dall’impianto e la consegna in rete tramite allaccio alla rete.

L’impianto fotovoltaico prevede l’installazione di moduli fotovoltaici suddivisi in n.2 sottocampi fotovoltaici, ognuno connesso ad un inverter, per complessivi 62 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, che produrranno una potenza di 505 Wp per ogni modulo FV, con potenza nominale complessiva pari a 31,31 kWp.

I moduli saranno installati sul tetto dello stabile, con inclinazione rispetto al terreno pari all’inclinazione delle 2 falde Sud-Est e Nord-Est in cui è prevista l’installazione.

I pannelli fotovoltaici saranno tra loro interconnessi con una rete di bassa tensione, così come anche i moduli fotovoltaici all’inverter e l’inverter ai quadri BT presenti in un locale tecnico all’interno dello stabile; la rete di bassa tensione verrà realizzata con linee in cavo posate su condotti fissati sulla superficie del tetto.

La conversione da corrente continua in corrente alternata sarà realizzata mediante n.2 convertitori statici trifase ibridi (inverter) della potenza rispettivamente di 17kW e 8kW.

Oltre ai moduli fotovoltaici verranno connessi agli inverter in progetto anche n.3 sistemi di accumulo elettrochimico, più precisamente nel lato DC dell’inverter, ognuno dalla capacità di 20,7kWh.

L’inverter e il sistema di accumulo verranno installati all’interno di un vano/locale ricavato all’interno dello stabile.

Di seguito la suddivisione delle stringhe per inverter e di moduli batteria anch’essi collegati all’inverter ibrido:

SISTEMA FOTOVOLTAICO			
Inverter	Stringa	Moduli per stringa	Potenza per stringa [kWp]
Inverter ibrido 1 (17kW AC)	Stringa A	21	10,605
	Stringa B	21	10,605
Potenza installata su inverter 1 pari a 21,21 kWp			
Inverter ibrido 2 (8kW AC)	Stringa A	10	5,05
	Stringa B	10	5,05
Potenza installata su inverter 2 pari a 10,10 kWp			
Potenza totale fotovoltaica installata pari a 31,31 kWp			

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 “Promozione dell’uso delle energie rinnovabili”

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L’INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

SISTEMA DI ACCUMULO			
Inverter	N. moduli batteria per armadietto	N. armadietti batteria	Capacità armadietto batteria [kWh]
Inverter ibrido 1 (17kW AC)	3	2	41,4
Capacità installata su inverter 1 pari a 41,4 kWp			
Inverter ibrido 2 (8kW AC)	3	1	20,7
Capacità installata su inverter 2 pari a 20,7 kWp			
Capacità di accumulo totale installata pari a 62,10 kWh			

Entrambi gli inverter previsti per questo impianto sono di tipo ibrido, dunque capaci di connettere sul lato DC sia le stringhe di moduli fotovoltaici che il sistema di accumulo. Questo permette di effettuare una diretta gestione dell’energia e di avere due unici valori di potenza in uscita (lato AC) rispettivamente pari a 17kW e 8kW.

5.2 VALUTAZIONE PREVENTIVA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI - “EX CISTERNONE”

Applicazione della normativa sulla tutela della popolazione

Per tutto ciò che attiene la valutazione dei campi magnetici ed elettrici all’interno dell’impianto, essendo la distribuzione in bassa tensione non trova applicazione il DPCM 8 luglio 2003, inoltre essendo le zone direttamente confinanti con l’impianto di rete non adibite né ad una permanenza giornaliera non inferiore alle 4 ore né a zone gioco per l’infanzia/abitazioni scuole, vanno verificati esclusivamente i limiti di esposizione. Non trovano applicazione per le stesse motivazioni gli obiettivi di qualità del DPCM 8 luglio 2003.

Rimane comunque inteso che i limiti esposti dal DPCM si applicano esclusivamente alla parte esterna dell’impianto e relativamente ai campi magnetici prodotti da correnti di frequenza 50 Hz.

Criteri di Valutazione

Al contrario delle linee elettriche, per le quali è ormai consolidato un metodo di calcolo preventivo dei campi magnetici ed elettrici, per le cabine elettriche e per tutti i sistemi non assimilabili alle linee elettriche, a causa delle geometrie complesse, non è agevole determinare gli andamenti dei campi elettrici e magnetici con modelli matematici, ma a valle di considerazioni preventive di massima, in caso di dubbio si deve procedere direttamente alle misure in campo.

Considerando che la massima tensione elettrica all’interno ed all’esterno è di 400 V e che i campi elettrici sono schermati dal suolo, dalle murature del fabbricato, dalle guaine metalliche dei cavi a media tensione, ecc., si può trascurare completamente la valutazione dei campi elettrici che, si ricorda, sono generati dalla tensione elettrica.

Le principali sorgenti emissive sono: le sbarre di bassa tensione dei quadri elettrici BT.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"**INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE**

Non si considerano importanti per la verifica dei limiti di esposizione, considerando che tali locali non prevedono la presenza di lavoratori se non per il tempo strettamente necessario alle operazioni di manutenzione, i seguenti componenti:

- i cavi di bassa tensione tra il punto di consegna e l'impianto di produzione considerando che le diverse fasi saranno in posa ravvicinata in cunicolo interrato all'interno dello stabile.

Si ricorda a tal proposito che il valore di campo magnetico generato da un sistema elettrico trifase simmetrico ed equilibrato in un punto dello spazio è estremamente dipendente dalla distanza esistente tra gli assi dei conduttori delle tre fasi. Per assurdo, infatti, se i tre conduttori coincidessero nello spazio il campo magnetico esterno risulterebbe nullo per qualsiasi valore della corrente circolante nei conduttori.

Per questo motivo il problema dei campi magnetici è poco sentito nelle reti di bassa e media tensione in cavo dove gli spessori degli isolanti sono molto contenuti permettendo alle tre fasi di essere estremamente ravvicinate tra loro se non addirittura inserite nello stesso cavo multipolare (bassa tensione).

5.3 COLLEGAMENTO ALLA RETE DI BASSA TENSIONE - "EX CISTERNONE"

Il collegamento elettrico alla rete di trasmissione nazionale dell'impianto fotovoltaico si effettuerà con cavo a 400 V. Tali campi faranno capo ad un punto di consegna che concentra l'energia prodotta dall'impianto e la consegna alla rete di e-distribuzione.

In generale, il campo elettromagnetico generato da un cavidotto (cavidotto) dipende dalla corrente veicolata, cioè dalle condizioni di carico della linea che non sono costanti ma variabili perché legate alla richiesta di energia che varia durante le ore del giorno e i periodi dell'anno. Maggiore è l'energia richiesta, maggiore è la corrente trasportata dalle linee e quindi maggiore è il campo magnetico da esse generato.

Il campo magnetico, espresso in termini di induzione magnetica, diminuisce molto rapidamente con la distanza dalla linea. I campi elettrico e magnetico dipendono anche dal numero e dalla disposizione geometrica dei conduttori, nonché dalla distribuzione delle fasi della corrente tra i conduttori stessi.

Il campo elettrico è facilmente schermabile da parte di materiali quali legno o metalli ma anche da alberi o edifici: tra l'esterno e l'interno degli edifici si ha quindi una riduzione del campo elettrico. Il campo magnetico è difficilmente schermabile e diminuisce soltanto allontanandosi dalla linea.

L'interramento delle linee permette di diminuire i valori del campo nell'ambiente circostante, ed inoltre tale campo di induzione decade molto rapidamente: a pochi metri di distanza dall'asse del sistema la riduzione del campo elettrico è inferiore di un ordine di grandezza rispetto al valore massimo.

5.4 DESCRIZIONE DEL CAVIDOTTO - "EX CISTERNONE"

Il cavidotto si riferisce all'Impianto Fotovoltaico di cui alla premessa.

I moduli fotovoltaici saranno suddivisi, in base alla reciproca vicinanza, in due sottocampi; ogni stringa di ogni sottocampo sarà collegata, mediante cavi negli appositi canaletti e/o corrugati, agli inverter d'impianto.

Ogni inverter sarà collegato al quadro dell'impianto fotovoltaico e sarà collegato tramite un cavidotto al punto di consegna alla rete di distribuzione.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

La rete di cavidotti interna all'impianto per il trasporto e consegna dell'energia prodotta, seguirà preferenzialmente nuovi/esistenti percorsi disposti lungo le pareti dello stabile.

5.5 CAVI - "EX CISTERNONE"

Nelle indicazioni seguente si riportano le caratteristiche tecniche e costruttive dei cavi:

- CAVO BT – DA INVERTER A QUADRO BT

CEP (UE) n°305/11 Cca - s1b, d1, a1	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°1105/22
CEI 20-13 - CEI UNEL 35396 CEI EN 60332-1-2 HD 605 Par. 2.4.20 2014/35/UE 2011/65/CE	Costruzione e requisiti / Construction and specifications Propagazione fiamma / Flame propagation Resistenza raggi UV 720 h / UV resistance test 720 h Direttiva Bassa Tensione / Low Voltage Directive Direttiva RoHS / RoHS Directive	
DESCRIZIONE		
DESCRIPTION		
Conduttore Corda di alluminio rigida, classe 2	Conductor Aluminium stranded wire, class 2	
Isolante Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16	Insulation Rubber HEPR compound G16 quality	
Guaina esterna Mescola LSOH di qualità M16 LSOH = Low Smoke Zero Halogen	Outer sheath LSOH compound, M16 quality LSOH = Low Smoke Zero Halogen	
Colore anime Normativa HD 308	Cores colour HD 308 Standard	
Colore guaina Verde	Sheath colour Green	
Markatura a inchiostro BALDASSARI CAVI REPERO® PLUS ARG16M16 0,6/1 kV (sez) Cca-s1b,d1,a1 IEMMEQU EFP (anno) (m) (tracciabilità)	Inkjet marking BALDASSARI CAVI REPERO® PLUS ARG16M16 0,6/1 kV (section) Cca-s1b,d1,a1 IEMMEQU EFP (year) (m) (traceability)	
CARATTERISTICHE TECNICHE		
Tensione nominale Uo/U: 0,6/1 kV	Nominal voltage Uo/U: 0,6/1 kV	
Temperatura massima di esercizio: 90°C	Maximum operating temperature: 90°C	
Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)	Minimum operating temperature: -15°C (without mechanical stress)	
Temperatura minima di posa: 0°C	Minimum installation temperature: 0°C	
Temperatura massima di corto circuito: 250°C fino alla sezione 240 mm ² , oltre 220°C	Maximum short circuit temperature: 250°C up to 240 mm ² section, over 220°C	
Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm ²	Maximum tensile stress: 50 N/mm ²	
Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo	Minimum bending radius: 6 x maximum external diameter	
Condizioni di impiego Per trasporto energia nell'edilizia industriale e/o residenziale. Particolarmente indicato in luoghi a rischio d'incendio e con elevata presenza di persone quali uffici, scuole, supermercati, cinema, teatri, discoteche, ecc.. Adatto per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno; posa fissa su murature e strutture metalliche. Ammessa anche la posa interrata.	Use and installation Power cable for industrial and/or residential uses. Suitable to be used in high density and high risk of fire places like offices, schools, supermarkets, cinema, theaters, discos, etc.. Suitable to be used indoor and outdoor, even in wet environments; it can be fixed on walls and/or metal structures. Suitable also for laying underground.	

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

I cavi saranno direttamente posati all'interno delle pareti dello stabile o lungo canalette installate sul tetto, sempre all'interno di corrugati:

Configurazione	trifoglio
Trasposizione	lunghezza bobine

Il tracciato è suddiviso nelle seguenti zone:

- dal quadro fotovoltaico QE.FV all'inverter – cavi ARG16M16 di sezione (5 x 16) mmq.

5.6 CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO - "EX CISTERNONE"

Il modello di calcolo previsto dalla norma CEI 211-4 è quello previsto dalla legge di Biot e Savart, il quale prevede il calcolo dell'induzione magnetica su un piano trasversale alla linea. Tale modello prevede il calcolo dell'induzione magnetica di ciascun conduttore percorso da corrente e l'applicazione del principio di sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale.

Per il calcolo si è seguito un modello approssimato, che fa ricorso ad una serie di formule approssimate, applicabili senza l'uso di software, che permettono il calcolo immediato dell'induzione magnetica ad una data distanza dal baricentro dei conduttori della linea elettrica.

La ridotta distanza tra i conduttori e la continua trasposizione delle fasi fornita dalla cordatura (ricordiamo che linee con le fasi trasposte abbattono notevolmente il campo magnetico), fa sì che l'obiettivo di qualità venga raggiunto a distanze brevissime (0,12 – 0,75 m) dall'asse del cavo.

In conclusione si può affermare con sufficiente tranquillità che l'obiettivo di qualità è rispettato in qualunque punto dell'elettrodotto.

5.7 CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO - "EX CISTERNONE"

Il campo magnetico è calcolato in funzione della potenza trasmessa (corrente) e della disposizione geometrica dei conduttori.

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee BT a basse potenze, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo.

Nel seguito verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico.

CAMPI ELETROMAGNETICI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Moduli fotovoltaici

Dato che i moduli fotovoltaici e le batterie lavorano in corrente continua, non in corrente alternata, la formazione di campi variabili sui cavi di stringa e/o sui cavi di parallelo è circoscritta temporalmente ai soli transitori di corrente per esempio durante l'accensione e lo spegnimento e per un tempo brevissimo, per cui possono essere considerati trascurabili. Inoltre, per la certificazione dei moduli fotovoltaici la norma CEI 82-8 (IEC 61215) non indica prove di compatibilità elettromagnetica, perché considerate **irrilevanti**.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"**INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE**

Inverters

All'interno degli inverter un trasformatore ad alta frequenza riduce le perdite di conversione lavorando ad alta frequenza. Gli inverters sono immessi sul mercato solo dopo aver verificato il rispetto dei limiti dei campi elettromagnetici emessi e aver acquisito le necessarie certificazioni che garantiscono sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni sia le ridotte emissioni che pertanto non producono interferenza elettromagnetica significativa con le altre apparecchiature elettroniche d'impianto e con i cavi stessi.

L'inverter ibrido scelto in fase progettuale di marca HUAWEI è corredata da idonea certificazione di rispondenza alle norme CEI di compatibilità elettromagnetica.

INTERFERENZE CON LE TELECOMUNICAZIONI

Dopo aver eseguito lo studio dell'impatto che gli elettrodotti dell'Impianto Fotovoltaico hanno dal punto di vista elettromagnetico ad alta frequenza, pur non trattandosi di radiazioni emesse dall'impianto ma solo interferenze di questo con altri sistemi di onde, è opportuno, per completezza di trattazione, analizzare anche l'eventuale comportamento interferente che i moduli fotovoltaici possono avere nei riguardi delle telecomunicazioni.

L'altezza dei moduli fotovoltaici potrebbe costituire ostacoli soprattutto per i sistemi di radio telecomunicazione in quanto i segnali prodotti da questi ultimi potrebbero subire riflessioni, diffusioni e diffrazioni rendendo le comunicazioni "interferite", ovvero alterando le caratteristiche di propagazione, inficiando la qualità del collegamento in termini di segnale-rumore, modificando la forma del segnale ricevuto con eventuale alterazione dell'informazione.

Le interferenze possono riguardare sia apparati di trasmissione che apparecchi riceventi. Per gli apparati riceventi domestici, la distanza oltre la quale non si rilevano disturbi è dell'ordine di qualche decina di metri.

Nel caso dei collegamenti via radio, non possono invece verificarsi interferenze anche se emittitore e ricevitore si trovano a grande distanza dal campo fotovoltaico.

Nella realtà l'impianto fotovoltaico si comporta come un ostacolo nei confronti delle onde elettromagnetiche incidenti: fenomeni di riflessione e diffusione rendono l'installazione assimilabile ad una sorgente secondaria di emissione, la cui potenza dipende dalla forma e dimensioni dell'ostacolo in relazione alla lunghezza d'onda, proprietà dielettriche e conduttrive delle strutture, posizione delle pale e della struttura rispetto alla polarizzazione delle onde incidenti.

Poiché l'impianto in funzione è statico, il comportamento di questo campo secondario generato è piuttosto prevedibile.

La presenza di un campo fotovoltaico potrebbe introdurre una seconda traiettoria di trasmissione tra trasmettitore e ricevitore, e l'entità delle interferenze dipende dal tipo di telecomunicazione.

Le trasmissioni più sensibili a questo tipo di interferenza periodica sono quelle televisive, poiché la componente video del segnale è anch'essa modulata in ampiezza. Infatti, l'interferenza si evidenzia come la sovrapposizione al segnale utile presente all'ingresso del televisore di una modulazione di ampiezza in cui il periodo è legato all'altezza delle strutture.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

La degradazione dell'immagine televisiva prodotta da interferenza di moduli fotovoltaici interviene quando sia superato il valore di soglia $m=0,15$ per la profondità di modulazione. In tali condizioni l'interferenza si manifesta con variazioni periodiche della luminosità dell'immagine o, nei peggiori dei casi, con la perdita di sincronismo o ancora, quando il ritardo tra il segnale diretto e riflesso assume valori sensibili, con la presenza di contorni sfocati o sdoppiati.

La quantificazione di questi effetti può essere effettuata per via sperimentale, controllando attraverso rilevamenti eseguiti a varie distanze dalle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, la qualità dell'immagine ricevuta, correlandola al livello del segnale riflesso e diffuso dalla struttura dell'impianto stesso.

Per quanto detto sopra si può affermare con sufficiente tranquillità che **l'obiettivo di qualità è rispettato in qualunque punto dell'elettrodotto e che non vi è interferenza con le comunicazioni.**

5.8 CONCLUSIONI - "EX CISTERNONE"

Sulla base della normativa in vigore e delle considerazioni sopra riportate, si determina come nell'intera area interessata dall'installazione dell'Impianto Fotovoltaico non occorra individuare delle fasce di rispetto dovute alla possibile o anche ipotizzabile vicinanza di aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

Avendo voluto effettuare comunque una valutazione di quelle che potrebbero essere considerate aree di attenzione, si determina che sono zone molto limitate, poste in posizione sufficientemente distante dal perimetro del lotto; per cui, anche ipotizzando che in seguito si possano realizzare delle altre attività nei lotti limitrofi, le distanze esistenti sarebbero abbondantemente superiori alle fasce di rispetto necessarie a garantire una induzione magnetica inferiore al limite dell'obiettivo di qualità posto dal decreto relativo pari a $3 \mu\text{T}$.

Lo studio condotto ha consentito di rispondere alla check-list usualmente prevista per la valutazione degli impatti della componente, e precisamente:

a) analisi dell'impatto

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo 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 di 50 Hz degli elettrodotti".

Il calcolo nelle varie sezioni di impianto ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché i valori di induzione magnetica attesa sono di un ordine di grandezza inferiore agli obiettivi di qualità fissati per legge, mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi. L'impatto è pertanto trascurabile.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

b) feedback positivi

Non si riscontrano feedback positivi a seguito delle azioni di progetto sviluppate

c) feedback negativi

Non si riscontrano feedback negativi a seguito delle azioni di progetto sviluppate

d) ordine di grandezza e complessità dell'impatto

Essendo l'entità dell'impatto trascurabile, l'ordine di grandezza di quest'ultimo è da considerarsi anch'esso trascurabile, così come la sua complessità, poiché non si prevedono impatti secondari sulle componenti biotiche e/o abiotiche.

e) probabilità dell'impatto

La probabilità dell'impatto è pari a 1, poiché è certo che al passaggio della corrente nei cavidotti, durante il funzionamento dell'impianto, è sempre associata la generazione di campi elettromagnetici.

f) limiti spaziali dell'impatto

Il superamento dei limiti imposti dalla normativa avviene solo in corrispondenza dei conduttori: poiché il cavo è non è soggetto alla veicolazione di elevate potenze (e correnti) e poiché posto per la maggior parte del suo percorso all'interno di canalette esistenti all'interno dello stabile, l'effetto è mitigato e il calcolo ha dimostrato come il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore ai limiti di legge. Pertanto l'ambito spaziale è limitato al più a poche decine di centimetri intorno all'asse del cavidotto.

g) durata e reversibilità dell'impatto

La durata dell'impatto è pari a quella dell'impianto. Alla fine della vita utile dell'impianto, l'impatto cesserà naturalmente e pertanto si può concludere che sia di natura reversibile.

h) mitigazione dell'impatto

Data l'entità trascurabile dell'impatto non sono previsti interventi di mitigazione.

Alla luce dei risultati ottenuti ed illustrati nel capitolo 3 si evince come i tratti di cavidotto esaminati nella presente relazione rispettino le soglie di attenzione indicate negli articoli 3 e 4 del DPCM 8 Luglio 2003.

Inoltre poiché i casi esaminati rappresentano le situazioni più sfavorevoli in termini di emissione elettromagnetica attesa, si evince altresì che in ordine a tutte le linee elettriche appositamente progettate nell'ambito dello sviluppo del campo fotovoltaico, l'intensità del campo magnetico calcolata sull'asse del cavidotto in tutte le situazioni esaminate ed a tutte le quote considerate non supera mai il limite dei 3 μ T che il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fissa come obiettivo di qualità da conseguire nella realizzazione di nuovi elettrodotti.

A seguito delle valutazioni preventive eseguite, tenendo sempre presente le dovute approssimazioni conseguenti alla complessità geometrica della sorgente emissiva, si presume che l'opera proposta, per le sue caratteristiche emissive e per l'ubicazione scelta, sarà conforme alla normativa italiana in tema di protezione della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici, magnetici ed elettrici.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

Successivamente alla realizzazione ed entrata in esercizio dell'impianto, il rispetto dei limiti di esposizione, se necessario, potrà essere verificato e confermato con misure dirette in campo.

5.9 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ AL D.P.C.M. 07/08/03 - "EX CISTERNONE"

Considerati i livelli globali di immissione per ogni punto significativo si certifica la conformità dell'impianto in oggetto alle disposizioni del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 8 luglio 2003, art. 3 comma 1, per quanto attiene ai limiti di esposizione al campo elettromagnetico, nell'intervallo di frequenze 3 MHz - 3 GHz, espressi in 20 V/m per il valore efficace del campo elettrico o 0,05 A/m per il valore efficace di campo magnetico o 1 W/m² per la densità di potenza dell'onda piana equivalente.

Si certifica la conformità dello stesso impianto alle norme contenute nell'art. 3 comma 2, e nell'art. 4 comma 1, del DPCM 8 luglio 2003 che fissano come obiettivi di qualità e attenzione un limite massimo di 6 V/m per il valore efficace di campo elettrico, di 0,016 A/m come valore efficace di campo magnetico e, per frequenze comprese tra 3 MHz e 300 GHz, di 0,1 W/m² per la densità di potenza dell'onda piana equivalente, in corrispondenza di edifici utilizzati per permanenze della popolazione non inferiori alle 4 ore, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili, esclusi i lastrici solari.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 “Promozione dell’uso delle energie rinnovabili”

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L’INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

6 II STABILE – “SCUOLA DELL’INFANZIA”

6.1 DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO – “SCUOLA DELL’INFANZIA”

Il collegamento elettrico alla rete di trasmissione nazionale dell’impianto fotovoltaico si effettuerà con cavi ad una tensione di 400 V. Tali campi faranno capo ad un impianto di consegna che concentra l’energia prodotta dall’impianto e la consegna in rete tramite allaccio alla rete.

L’impianto fotovoltaico prevede l’installazione di moduli fotovoltaici suddivisi in n.4 sottocampi fotovoltaici, ognuno connesso ad un inverter, per complessivi 182 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, che produrranno una potenza di 505 Wp per ogni modulo FV, con potenza nominale complessiva pari a 91,91 KWp. I moduli saranno installati sul tetto dello stabile: n.2 sottocampo seguiranno l’inclinazione delle due falde della struttura più elevata dello stabile, i restanti n.2 sottocampi con inclinazione di 10° rispetto al tetto (piano in questo caso) tramite apposite strutture. I pannelli fotovoltaici saranno tra loro interconnessi con una rete di bassa tensione, così come anche i moduli fotovoltaici all’inverter e l’inverter ai quadri BT presenti in un locale tecnico all’interno dello stabile; la rete di bassa tensione verrà realizzata con linee in cavo posate su condotti fissati sulla superficie del tetto.

La conversione da corrente continua in corrente alternata sarà realizzata mediante n.4 convertitori statici trifase ibridi (inverter), di cui n.2 della potenza di 17kW e n.2 della potenza di 20kW. Oltre ai moduli fotovoltaici verranno connessi agli inverter in progetto anche n.8 sistemi di accumulo elettrochimico, più precisamente nel lato DC dell’inverter, ognuno dalla capacità di 20,7kWh.

L’inverter e il sistema di accumulo verranno installati all’interno di un vano/locale ricavato all’interno dello stabile. Di seguito la suddivisione delle stringhe per inverter e di moduli batteria anch’essi collegati all’inverter ibrido:

SISTEMA FOTOVOLTAICO			
Inverter	Stringa	Moduli per stringa	Potenza per stringa [kWp]
Inverter ibrido 1 (17kW AC)	Stringa A	22	11,11
	Stringa B	22	11,11
Potenza installata su inverter 1 pari a 22,22 kWp			
Inverter ibrido 2 (17kW AC)	Stringa A	21	10,605
	Stringa B	21	10,605
Potenza installata su inverter 2 pari a 21,21 kWp			
Inverter ibrido 3 (20kW AC)	Stringa A	24	12,12
	Stringa B	24	12,12
Potenza installata su inverter 3 pari a 24,24 kWp			
Inverter ibrido 4 (20kW AC)	Stringa A	24	12,12

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 “Promozione dell’uso delle energie rinnovabili”

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L’INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

	Stringa B	24	12,12
Potenza installata su inverter 4 pari a 24,24 kWp			
Potenza totale fotovoltaica installata pari a 91,91 kWp			
SISTEMA DI ACCUMULO			
Inverter	N. moduli batteria per armadietto	N. armadietti batteria	Capacità armadietto batteria [kWh]
Inverter ibrido 1 (17kW AC)	3	2	41,4
Capacità installata su inverter 1 pari a 41,4 kWp			
Inverter ibrido 2 (17kW AC)	3	2	41,4
Capacità installata su inverter 2 pari a 41,4 kWp			
Inverter ibrido 3 (20kW AC)	3	2	41,4
Capacità installata su inverter 3 pari a 41,4 kWp			
Inverter ibrido 4 (20kW AC)	3	2	41,4
Capacità installata su inverter 4 pari a 41,4 kWp			
Capacità di accumulo totale installata pari a 165,6 kWh			

Tutti gli inverter previsti per questo impianto sono di tipo ibrido, dunque capaci di connettere sul lato DC sia le stringhe di moduli fotovoltaici che il sistema di accumulo. Questo permette di effettuare una diretta gestione dell’energia e di avere quattro unici valori di potenza in uscita (lato AC) rispettivamente pari a 17kW, 17kW, 20kW e 20kW.

6.2 VALUTAZIONE PREVENTIVA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI – “SCUOLA DELL’INFANZIA”

Applicazione della normativa sulla tutela della popolazione

Per tutto ciò che attiene la valutazione dei campi magnetici ed elettrici all’interno dell’impianto, essendo la distribuzione in bassa tensione non trova applicazione il DPCM 8 luglio 2003, inoltre essendo le zone direttamente confinanti con l’impianto di rete non adibite né ad una permanenza giornaliera non inferiore alle 4 ore né a zone gioco per l’infanzia/abitazioni scuole, vanno verificati esclusivamente i limiti di esposizione. Non trovano applicazione per le stesse motivazioni gli obiettivi di qualità del DPCM 8 luglio 2003.

Rimane comunque inteso che i limiti esposti dal DPCM si applicano esclusivamente alla parte esterna dell’impianto e relativamente ai campi magnetici prodotti da correnti di frequenza 50 Hz.

Criteri di Valutazione

Al contrario delle linee elettriche, per le quali è ormai consolidato un metodo di calcolo preventivo dei campi magnetici ed elettrici, per le cabine elettriche e per tutti i sistemi non assimilabili alle linee elettriche, a causa delle geometrie complesse, non è agevole determinare gli andamenti dei campi elettrici e magnetici con

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

modelli matematici, ma a valle di considerazioni preventive di massima, in caso di dubbio si deve procedere direttamente alle misure in campo.

Considerando che la massima tensione elettrica all'interno ed all'esterno è di 400 V e che i campi elettrici sono schermati dal suolo, dalle murature del fabbricato, dalle guaine metalliche dei cavi a media tensione, ecc., si può trascurare completamente la valutazione dei campi elettrici che, si ricorda, sono generati dalla tensione elettrica.

Le principali sorgenti emissive sono: le sbarre di bassa tensione dei quadri elettrici BT.

Non si considerano importanti per la verifica dei limiti di esposizione, considerando che tali locali non prevedono la presenza di lavoratori se non per il tempo strettamente necessario alle operazioni di manutenzione, i seguenti componenti:

- i cavi di bassa tensione tra il punto di consegna e l'impianto di produzione considerando che le diverse fasi saranno in posa ravvicinata in cunicolo all'interno dello stabile.

Si ricorda a tal proposito che il valore di campo magnetico generato da un sistema elettrico trifase simmetrico ed equilibrato in un punto dello spazio è estremamente dipendente dalla distanza esistente tra gli assi dei conduttori delle tre fasi. Per assurdo, infatti, se i tre conduttori coincidessero nello spazio il campo magnetico esterno risulterebbe nullo per qualsiasi valore della corrente circolante nei conduttori.

Per questo motivo il problema dei campi magnetici è poco sentito nelle reti di bassa e media tensione in cavo dove gli spessori degli isolanti sono molto contenuti permettendo alle tre fasi di essere estremamente ravvicinate tra loro se non addirittura inserite nello stesso cavo multipolare (bassa tensione).

6.3 COLLEGAMENTO ALLA RETE DI BASSA TENSIONE – “SCUOLA DELL’INFANZIA”

Il collegamento elettrico alla rete di trasmissione nazionale dell'impianto fotovoltaico si effettuerà con cavo a 400 V. Tali campi faranno capo ad un punto di consegna che concentra l'energia prodotta dall'impianto e la consegna alla rete di e-distribuzione.

In generale, il campo elettromagnetico generato da un elettrodotto (cavidotto) dipende dalla corrente veicolata, cioè dalle condizioni di carico della linea che non sono costanti ma variabili perché legate alla richiesta di energia che varia durante le ore del giorno e i periodi dell'anno. Maggiore è l'energia richiesta, maggiore è la corrente trasportata dalle linee e quindi maggiore è il campo magnetico da esse generato.

Il campo magnetico, espresso in termini di induzione magnetica, diminuisce molto rapidamente con la distanza dalla linea. I campi elettrico e magnetico dipendono anche dal numero e dalla disposizione geometrica dei conduttori, nonché dalla distribuzione delle fasi della corrente tra i conduttori stessi.

Il campo elettrico è facilmente schermabile da parte di materiali quali legno o metalli ma anche da alberi o edifici: tra l'esterno e l'interno degli edifici si ha quindi una riduzione del campo elettrico. Il campo magnetico è difficilmente schermabile e diminuisce soltanto allontanandosi dalla linea.

L'interramento delle linee permette di diminuire i valori del campo nell'ambiente circostante, ed inoltre tale campo di induzione decade molto rapidamente: a pochi metri di distanza dall'asse del sistema la riduzione del campo elettrico è inferiore di un ordine di grandezza rispetto al valore massimo.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 “Promozione dell’uso delle energie rinnovabili”

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L’INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

6.4 DESCRIZIONE DEL CAVIDOTTO – “SCUOLA DELL’INFANZIA”

Il cavidotto si riferisce all’Impianto Fotovoltaico di cui alla premessa.

I moduli fotovoltaici saranno suddivisi, in base alla reciproca vicinanza, in quattro sottocampi; ogni stringa di ogni sottocampo sarà collegata, mediante cavi negli appositi canalette e/o corrugati, agli inverter d’impianto.

Ogni inverter sarà collegato al quadro dell’impianto fotovoltaico e sarà collegato tramite un cavidotto al punto di consegna alla rete di distribuzione.

La rete di cavidotti interna all’impianto per il trasporto e consegna dell’energia prodotta, seguirà preferenzialmente nuovi/esistenti percorsi disposti lungo le pareti dello stabile.

6.5 CAVI – “SCUOLA DELL’INFANZIA”

Nelle indicazioni seguente si riportano le caratteristiche tecniche e costruttive dei cavi:

- CAVO BT – DA INVERTER A QUADRO BT

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

CPR (UE) n°305/11 C _{ca} - s1b, d1, a1	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°1105/22
CEI 20-13 - CEI UNEL 35396 CEI EN 60332-1-2 HD 605 Par. 2.4.20 2014/35/UE 2011/65/CE	Costruzione e requisiti/Construction and specifications Propagazione fiamma/Flame propagation Resistenza rotti UV 720 h/UV resistance test 720 h Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive Direttiva RoHS/RoHS Directive	 ARG16M16 REPERO® PLUS - C _{ca} - s1b
 NB 0051		
		
DESCRIZIONE	DESCRIPTION	
Cavo unipolare per energia con conduttore in alluminio, isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina termoplastica speciale di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).	Single-core power cable, with aluminum conductor, HEPR insulated (G16 quality), thermoplastic sheathed M16 quality, with special fire reaction characteristics according to Construction Products Regulation (CPR).	
Conduttore Corda di alluminio rigida, classe 2	Conductor Aluminium stranded wire, class 2	
Isolante Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16	Insulation Rubber HEPR compound G16 quality	
Guaina esterna Mescola LSOH di qualità M16 LSOH = Low Smoke Zero Halogen	Outer sheath LSOH compound, M16 quality LSOH = Low Smoke Zero Halogen	
Colore anime Normativa HD 308	Cores colour HD 308 Standard	
Colore guaina Verde	Sheath colour Green	
Marcatura a inchiostro BALDASSARI CAVI REPERO® PLUS ARG16M16 0,6/1 kV (sez) C _{ca} -s1b,d1,a1 IEMMEQU EFP (anno) (m) (tracciabilità)	Inkjet marking BALDASSARI CAVI REPERO® PLUS ARG16M16 0,6/1 kV (section) C _{ca} -s1b,d1,a1 IEMMEQU EFP (year) (m) (traceability)	
CARATTERISTICHE TECNICHE	TECHNICAL CHARACTERISTICS	
Tensione nominale Uo/U: 0,6/1 kV	Nominal voltage Uo/U: 0,6/1 kV	
Temperatura massima di esercizio: 90°C	Maximum operating temperature: 90°C	
Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)	Minimum operating temperature: -15°C (without mechanical stress)	
Temperatura minima di posa: 0°C	Minimum installation temperature: 0°C	
Temperatura massima di corto circuito: 250°C fino alla sezione 240 mm ² , oltre 220°C	Maximum short circuit temperature: 250°C up to 240 mm ² section, over 220°C	
Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm ²	Maximum tensile stress: 50 N/mm ²	
Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo	Minimum bending radius: 6 x maximum external diameter	
Condizioni di impiego Per trasporto energia nell'edilizia industriale e/o residenziale. Particolarmente indicato in luoghi a rischio d'incendio e con elevata presenza di persone quali uffici, scuole, supermercati, cinema, teatri, discoteche, ecc.. Adatto per impieghi all'interno in locali anche bagnati o all'esterno; posa fissa su murature e strutture metalliche. Ammessa anche la posa interrata.	Use and installation Power cable for industrial and/or residential uses. Suitable to be used in high density and high risk of fire places like offices, schools, supermarkets, cinema, theaters, discos, etc.. Suitable to be used indoor and outdoor, even in wet environments; it can be fixed on walls and/or metal structures. Suitable also for laying underground.	

DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

I cavi saranno direttamente posati all'interno delle pareti dello stabile o lungo canalette installate sul tetto, sempre all'interno di corrugati:

Configurazione trifoglio

Trasposizione lunghezza bobine

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

Il tracciato è suddiviso nelle seguenti zone:

- dal quadro fotovoltaico QE.FV all'inverter – cavi ARG16M16 di sezione (5 x 16) mmq.

6.6 CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO – “SCUOLA DELL’INFANZIA”

Il modello di calcolo previsto dalla norma CEI 211-4 è quello previsto dalla legge di Biot e Savart, il quale prevede il calcolo dell’induzione magnetica su un piano trasversale alla linea. Tale modello prevede il calcolo dell’induzione magnetica di ciascun conduttore percorso da corrente e l’applicazione del principio di sovrapposizione degli effetti per determinare l’induzione magnetica totale.

Per il calcolo si è seguito un modello approssimato, che fa ricorso ad una serie di formule approssimate, applicabili senza l’uso di software, che permettono il calcolo immediato dell’induzione magnetica ad una data distanza dal baricentro dei conduttori della linea elettrica.

La ridotta distanza tra i conduttori e la continua trasposizione delle fasi fornita dalla cordatura (ricordiamo che linee con le fasi trasposte abbattono notevolmente il campo magnetico), fa sì che l’obiettivo di qualità venga raggiunto a distanze brevissime (0,12 – 0,75 m) dall’asse del cavo.

In conclusione si può affermare con sufficiente tranquillità che l’obiettivo di qualità è rispettato in qualunque punto dell’elettrodotto.

6.7 CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO – “SCUOLA DELL’INFANZIA”

Il campo magnetico è calcolato in funzione della potenza trasmessa (corrente) e della disposizione geometrica dei conduttori.

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee BT a basse potenze, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all’effetto schermante del rivestimento del cavo.

Nel seguito verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico.

CAMPI ELETTROMAGNETICI DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Moduli fotovoltaici

Dato che i moduli fotovoltaici e le batterie lavorano in corrente continua, non in corrente alternata, la formazione di campi variabili sui cavi di stringa e/o sui cavi di parallelo è circoscritta temporalmente ai soli transitori di corrente per esempio durante l’accensione e lo spegnimento e per un tempo brevissimo, per cui possono essere considerati trascurabili. Inoltre, per la certificazione dei moduli fotovoltaici la norma CEI 82-8 (IEC 61215) non indica prove di compatibilità elettromagnetica, perché considerate **irrilevanti**.

Inverters

All’interno degli inverters un trasformatore ad alta frequenza riduce le perdite di conversione lavorando ad alta frequenza. Gli inverters sono immessi sul mercato solo dopo aver verificato il rispetto dei limiti dei campi elettromagnetici emessi e aver acquisito le necessarie certificazioni che garantiscono sia l’immunità dai disturbi elettromagnetici esterni sia le ridotte emissioni che pertanto non producono interferenza elettromagnetica significativa con le altre apparecchiature elettroniche d’impianto e con i cavi stessi.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

L'inverter ibrido scelto in fase progettuale di marca HUAWEI è corredato da idonea certificazione di rispondenza alle norme CEI di compatibilità elettromagnetica.

INTERFERENZE CON LE TELECOMUNICAZIONI

Dopo aver eseguito lo studio dell'impatto che gli elettrodotti dell'Impianto Fotovoltaico hanno dal punto di vista elettromagnetico ad alta frequenza, pur non trattandosi di radiazioni emesse dall'impianto ma solo interferenze di questo con altri sistemi di onde, è opportuno, per completezza di trattazione, analizzare anche l'eventuale comportamento interferente che i moduli fotovoltaici possono avere nei riguardi delle telecomunicazioni.

L'altezza dei moduli fotovoltaici potrebbe costituire ostacoli soprattutto per i sistemi di radio telecomunicazione in quanto i segnali prodotti da questi ultimi potrebbero subire riflessioni, diffusioni e diffrazioni rendendo le comunicazioni "interferite", ovvero alterando le caratteristiche di propagazione, inficiando la qualità del collegamento in termini di segnale-rumore, modificando la forma del segnale ricevuto con eventuale alterazione dell'informazione.

Le interferenze possono riguardare sia apparati di trasmissione che apparecchi riceventi. Per gli apparati riceventi domestici, la distanza oltre la quale non si rilevano disturbi è dell'ordine di qualche decina di metri.

Nel caso dei collegamenti via radio, non possono invece verificarsi interferenze anche se emittitore e ricevitore si trovano a grande distanza dal campo fotovoltaico.

Nella realtà l'impianto fotovoltaico si comporta come un ostacolo nei confronti delle onde elettromagnetiche incidenti: fenomeni di riflessione e diffusione rendono l'installazione assimilabile ad una sorgente secondaria di emissione, la cui potenza dipende dalla forma e dimensioni dell'ostacolo in relazione alla lunghezza d'onda, proprietà dielettriche e conduttrive delle strutture, posizione delle pale e della struttura rispetto alla polarizzazione delle onde incidenti.

Poiché l'impianto in funzione è statico, il comportamento di questo campo secondario generato è piuttosto prevedibile.

La presenza di un campo fotovoltaico potrebbe introdurre una seconda traiettoria di trasmissione tra trasmettitore e ricevitore, e l'entità delle interferenze dipende dal tipo di telecomunicazione.

Le trasmissioni più sensibili a questo tipo di interferenza periodica sono quelle televisive, poiché la componente video del segnale è anch'essa modulata in ampiezza. Infatti, l'interferenza si evidenzia come la sovrapposizione al segnale utile presente all'ingresso del televisore di una modulazione di ampiezza in cui il periodo è legato all'altezza delle strutture.

La degradazione dell'immagine televisiva prodotta da interferenza di moduli fotovoltaici interviene quando sia superato il valore di soglia $m=0,15$ per la profondità di modulazione. In tali condizioni l'interferenza si manifesta con variazioni periodiche della luminosità dell'immagine o, nei peggiori dei casi, con la perdita di sincronismo o ancora, quando il ritardo tra il segnale diretto e riflesso assume valori sensibili, con la presenza di contorni sfocati o sdoppiati.

La quantificazione di questi effetti può essere effettuata per via sperimentale, controllando attraverso rilevamenti eseguiti a varie distanze dalle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, la qualità

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 “Promozione dell’uso delle energie rinnovabili”

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L’INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

dell’immagine ricevuta, correlandola al livello del segnale riflesso e diffuso dalla struttura dell’impianto stesso.

Per quanto detto sopra si può affermare con sufficiente tranquillità che **l’obiettivo di qualità è rispettato in qualunque punto dell’elettrodotto e che non vi è interferenza con le comunicazioni.**

6.8 CONCLUSIONI – “SCUOLA DELL’INFANZIA”

Sulla base della normativa in vigore e delle considerazioni sopra riportate, si determina come nell’intera area interessata dall’installazione dell’Impianto Fotovoltaico non occorra individuare delle fasce di rispetto dovute alla possibile o anche ipotizzabile vicinanza di aree gioco per l’infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

Avendo voluto effettuare comunque una valutazione di quelle che potrebbero essere considerate aree di attenzione, si determina che sono zone molto limitate, poste in posizione sufficientemente distante dal perimetro del lotto; per cui, anche ipotizzando che in seguito si possano realizzare delle altre attività nei lotti limitrofi, le distanze esistenti sarebbero abbondantemente superiori alle fasce di rispetto necessarie a garantire una induzione magnetica inferiore al limite dell’obiettivo di qualità posto dal decreto relativo pari a $3 \mu\text{T}$.

Lo studio condotto ha consentito di rispondere alla check-list usualmente prevista per la valutazione degli impatti della componente, e precisamente:

a) analisi dell’impatto

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l’esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo 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 di 50 Hz degli elettrodotti”.

Il calcolo nelle varie sezioni di impianto ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché i valori di induzione magnetica attesi sono di un ordine di grandezza inferiore agli obiettivi di qualità fissati per legge, mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi. L’impatto è pertanto trascurabile.

b) feedback positivi

Non si riscontrano feedback positivi a seguito delle azioni di progetto sviluppate

c) feedback negativi

Non si riscontrano feedback negativi a seguito delle azioni di progetto sviluppate

d) ordine di grandezza e complessità dell’impatto

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

Essendo l'entità dell'impatto trascurabile, l'ordine di grandezza di quest'ultimo è da considerarsi anch'esso trascurabile, così come la sua complessità, poiché non si prevedono impatti secondari sulle componenti biotiche e/o abiotiche.

e) probabilità dell'impatto

La probabilità dell'impatto è pari a 1, poiché è certo che al passaggio della corrente nei cavidotti, durante il funzionamento dell'impianto, è sempre associata la generazione di campi elettromagnetici.

f) limiti spaziali dell'impatto

Il superamento dei limiti imposti dalla normativa avviene solo in corrispondenza dei conduttori: poiché il cavo è non è soggetto alla veicolazione di elevate potenze (e correnti) e poiché posto per la maggior parte del suo percorso all'interno di canalette esistenti all'interno dello stabile, l'effetto è mitigato e il calcolo ha dimostrato come il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore ai limiti di legge. Pertanto l'ambito spaziale è limitato al più a poche decine di centimetri intorno all'asse del cavidotto.

g) durata e reversibilità dell'impatto

La durata dell'impatto è pari a quella dell'impianto. Alla fine della vita utile dell'impianto, l'impatto cesserà naturalmente e pertanto si può concludere che sia di natura reversibile.

h) mitigazione dell'impatto

Data l'entità trascurabile dell'impatto non sono previsti interventi di mitigazione.

Alla luce dei risultati ottenuti ed illustrati nel capitolo 3 si evince come i tratti di cavidotto esaminati nella presente relazione rispettino le soglie di attenzione indicate negli articoli 3 e 4 del DPCM 8 Luglio 2003.

Inoltre poiché i casi esaminati rappresentano le situazioni più sfavorevoli in termini di emissione elettromagnetica attesa, si evince altresì che in ordine a tutte le linee elettriche appositamente progettate nell'ambito dello sviluppo del campo fotovoltaico, l'intensità del campo magnetico calcolata sull'asse del cavidotto in tutte le situazioni esaminate ed a tutte le quote considerate non supera mai il limite dei 3 μ T che il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fissa come obiettivo di qualità da conseguire nella realizzazione di nuovi elettrodotti.

A seguito delle valutazioni preventive eseguite, tenendo sempre presente le dovute approssimazioni conseguenti alla complessità geometrica della sorgente emissiva, si presume che l'opera proposta, per le sue caratteristiche emissive e per l'ubicazione scelta, sarà conforme alla normativa italiana in tema di protezione della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici, magnetici ed elettrici.

Successivamente alla realizzazione ed entrata in esercizio dell'impianto, il rispetto dei limiti di esposizione, se necessario, potrà essere verificato e confermato con misure dirette in campo.

6.9 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ AL D.P.C.M. 07/08/03 – “SCUOLA DELL'INFANZIA”

Considerati i livelli globali di immissione per ogni punto significativo si certifica la conformità dell'impianto in oggetto alle disposizioni del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 8 luglio 2003, art. 3 comma 1, per quanto attiene ai limiti di esposizione al campo elettromagnetico, nell'intervallo di frequenze 3 MHz - 3 GHz, espressi in 20 V/m per il valore efficace del campo elettrico o 0,05 A/m per il valore efficace di campo magnetico o 1 W/m² per la densità di potenza dell'onda piana equivalente.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

Si certifica la conformità dello stesso impianto alle norme contenute nell'art. 3 comma 2, e nell'art. 4 comma 1, del DPCM 8 luglio 2003 che fissano come obiettivi di qualità e attenzione un limite massimo di 6 V/m per il valore efficace di campo elettrico, di 0,016 A/m come valore efficace di campo magnetico e, per frequenze comprese tra 3 MHz e 300 GHz, di 0,1 W/m² per la densità di potenza dell'onda piana equivalente, in corrispondenza di edifici utilizzati per permanenze della popolazione non inferiori alle 4 ore, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili, esclusi i lastrici solari.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 “Promozione dell’uso delle energie rinnovabili”

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L’INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

7 III STABILE – “PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO”

7.1 DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO – “PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO”

Il collegamento elettrico alla rete di trasmissione nazionale dell’impianto fotovoltaico si effettuerà con cavi ad una tensione di 400 V. Tali campi faranno capo ad un impianto di consegna che concentra l’energia prodotta dall’impianto e la consegna in rete tramite allaccio alla rete.

L’impianto fotovoltaico prevede l’installazione di moduli fotovoltaici suddivisi in n.4 sottocampi fotovoltaici, ognuno connesso ad un inverter, per complessivi 96 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, che produrranno una potenza di 505 Wp per ogni modulo FV, con potenza nominale complessiva pari a 48,48 KWp.

I moduli saranno installati sul tetto dello stabile e seguiranno l’inclinazione della falda esposta a sud-est.

I pannelli fotovoltaici saranno tra loro interconnessi con una rete di bassa tensione, così come anche i moduli fotovoltaici all’inverter e l’inverter ai quadri BT presenti in un locale tecnico all’interno dello stabile; la rete di bassa tensione verrà realizzata con linee in cavo posate su condotti fissati sulla superficie del tetto.

La conversione da corrente continua in corrente alternata sarà realizzata mediante n.2 convertitori statici trifase ibridi (inverter), entrambi della potenza di 20kW.

Oltre ai moduli fotovoltaici verranno connessi agli inverter in progetto anche n.4 sistemi di accumulo elettrochimico, più precisamente nel lato DC dell’inverter, ognuno dalla capacità di 20,7kWh.

L’inverter e il sistema di accumulo verranno installati all’interno di un vano/locale ricavato all’interno dello stabile.

Di seguito la suddivisione delle stringhe per inverter e di moduli batteria anch’essi collegati all’inverter ibrido:

SISTEMA FOTOVOLTAICO			
Inverter	Stringa	Moduli per stringa	Potenza per stringa [kWp]
Inverter ibrido 3 (20kW AC)	Stringa A	24	12,12
	Stringa B	24	12,12
Potenza installata su inverter 1 pari a 24,24 kWp			
Inverter ibrido 4 (20kW AC)	Stringa A	24	12,12
	Stringa B	24	12,12
Potenza installata su inverter 2 pari a 24,24 kWp			
Potenza totale fotovoltaica installata pari a 48,48 kWp			

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 “Promozione dell’uso delle energie rinnovabili”

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L’INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

SISTEMA DI ACCUMULO			
Inverter	N. moduli batteria per armadietto	N. armadietti batteria	Capacità armadietto batteria [kWh]
Inverter ibrido 3 (20kW AC)	3	2	41,4
Capacità installata su inverter 1 pari a 41,4 kWp			
Inverter ibrido 4 (20kW AC)	3	2	41,4
Capacità installata su inverter 2 pari a 41,4 kWp			
Capacità di accumulo totale installata pari a 82,20 kWh			

Entrambi gli inverter previsti per questo impianto sono di tipo ibrido, dunque capaci di connettere sul lato DC sia le stringhe di moduli fotovoltaici che il sistema di accumulo. Questo permette di effettuare una diretta gestione dell’energia e di avere due unici valori di potenza in uscita (lato AC), ognuno pari a 20kW.

7.2 VALUTAZIONE PREVENTIVA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI – “PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO”

Applicazione della normativa sulla tutela della popolazione

Per tutto ciò che attiene la valutazione dei campi magnetici ed elettrici all’interno dell’impianto, essendo la distribuzione in bassa tensione non trova applicazione il DPCM 8 luglio 2003, inoltre essendo le zone direttamente confinanti con l’impianto di rete non adibite né ad una permanenza giornaliera non inferiore alle 4 ore né a zone gioco per l’infanzia/abitazioni scuole, vanno verificati esclusivamente i limiti di esposizione. Non trovano applicazione per le stesse motivazioni gli obiettivi di qualità del DPCM 8 luglio 2003.

Rimane comunque inteso che i limiti esposti dal DPCM si applicano esclusivamente alla parte esterna dell’impianto e relativamente ai campi magnetici prodotti da correnti di frequenza 50 Hz.

Criteri di Valutazione

Al contrario delle linee elettriche, per le quali è ormai consolidato un metodo di calcolo preventivo dei campi magnetici ed elettrici, per le cabine elettriche e per tutti i sistemi non assimilabili alle linee elettriche, a causa delle geometrie complesse, non è agevole determinare gli andamenti dei campi elettrici e magnetici con modelli matematici, ma a valle di considerazioni preventive di massima, in caso di dubbio si deve procedere direttamente alle misure in campo.

Considerando che la massima tensione elettrica all’interno ed all’esterno è di 400 V e che i campi elettrici sono schermati dal suolo, dalle murature del fabbricato, dalle guaine metalliche dei cavi a media tensione, ecc., si può trascurare completamente la valutazione dei campi elettrici che, si ricorda, sono generati dalla tensione elettrica.

Le principali sorgenti emissive sono: le sbarre di bassa tensione dei quadri elettrici BT.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"**INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE**

Non si considerano importanti per la verifica dei limiti di esposizione, considerando che tali locali non prevedono la presenza di lavoratori se non per il tempo strettamente necessario alle operazioni di manutenzione, i seguenti componenti:

- i cavi di bassa tensione tra il punto di consegna e l'impianto di produzione considerando che le diverse fasi saranno in posa ravvicinata in cunicolo interrato all'interno dello stabile.

Si ricorda a tal proposito che il valore di campo magnetico generato da un sistema elettrico trifase simmetrico ed equilibrato in un punto dello spazio è estremamente dipendente dalla distanza esistente tra gli assi dei conduttori delle tre fasi. Per assurdo, infatti, se i tre conduttori coincidessero nello spazio il campo magnetico esterno risulterebbe nullo per qualsiasi valore della corrente circolante nei conduttori.

Per questo motivo il problema dei campi magnetici è poco sentito nelle reti di bassa e media tensione in cavo dove gli spessori degli isolanti sono molto contenuti permettendo alle tre fasi di essere estremamente ravvicinate tra loro se non addirittura inserite nello stesso cavo multipolare (bassa tensione).

7.3 COLLEGAMENTO ALLA RETE DI BASSA TENSIONE – “PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO”

Il collegamento elettrico alla rete di trasmissione nazionale dell'impianto fotovoltaico si effettuerà con cavo a 400 V. Tali campi faranno capo ad un punto di consegna che concentra l'energia prodotta dall'impianto e la consegna alla rete di e-distribuzione.

In generale, il campo elettromagnetico generato da un elettrodotto (cavidotto) dipende dalla corrente veicolata, cioè dalle condizioni di carico della linea che non sono costanti ma variabili perché legate alla richiesta di energia che varia durante le ore del giorno e i periodi dell'anno. Maggiore è l'energia richiesta, maggiore è la corrente trasportata dalle linee e quindi maggiore è il campo magnetico da esse generato.

Il campo magnetico, espresso in termini di induzione magnetica, diminuisce molto rapidamente con la distanza dalla linea. I campi elettrico e magnetico dipendono anche dal numero e dalla disposizione geometrica dei conduttori, nonché dalla distribuzione delle fasi della corrente tra i conduttori stessi.

Il campo elettrico è facilmente schermabile da parte di materiali quali legno o metalli ma anche da alberi o edifici: tra l'esterno e l'interno degli edifici si ha quindi una riduzione del campo elettrico. Il campo magnetico è difficilmente schermabile e diminuisce soltanto allontanandosi dalla linea.

L'interramento delle linee permette di diminuire i valori del campo nell'ambiente circostante, ed inoltre tale campo di induzione decade molto rapidamente: a pochi metri di distanza dall'asse del sistema la riduzione del campo elettrico è inferiore di un ordine di grandezza rispetto al valore massimo.

7.4 DESCRIZIONE DEL CAVIDOTTO – “PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO”

Il cavidotto si riferisce all'Impianto Fotovoltaico di cui alla premessa.

I moduli fotovoltaici saranno suddivisi, in base alla reciproca vicinanza, in quattro sottocampi; ogni stringa di ogni sottocampo sarà collegata, mediante cavi negli appositi canalette e/o corrugati, agli inverter d'impianto.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 “Promozione dell’uso delle energie rinnovabili”

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L’INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

Ogni inverter sarà collegato al quadro dell’impianto fotovoltaico e sarà collegato tramite un cavidotto al punto di consegna alla rete di distribuzione.

La rete di cavidotti interna all’impianto per il trasporto e consegna dell’energia prodotta, seguirà preferenzialmente nuovi/esistenti percorsi disposti lungo le pareti dello stabile.

7.5 CAVI – “PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO”

Nelle indicazioni seguente si riportano le caratteristiche tecniche e costruttive dei cavi:

- CAVO BT – DA INVERTER A QUADRO BT

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

CPR (UE) n°305/11 C _{ca} - s1b, d1, a1	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°1105/22
CEI 20-13 - CEI UNEL 35396 CEI EN 60332-1-2 HD 605 Par. 2.4.20 2014/35/UE 2011/65/CE	Costruzione e requisiti/Construction and specifications Propagazione fiamma/Flame propagation Resistenza roghi UV 720 h/UV resistance test 720 h Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive Direttiva RoHS/RoHS Directive	 ARG16M16 REPERO® PLUS - C _{ca} - s1b
 NB 0051		
		
<p>DESCRIZIONE</p> <p>Cavo unipolare per energia con conduttore in alluminio, isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina termoplastica speciale di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).</p> <p>Conduttore Corda di alluminio rigida, classe 2</p> <p>Isolante Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16</p> <p>Guaina esterna Mescola LSOH di qualità M16 LSOH = Low Smoke Zero Halogen</p> <p>Colore anime Normativa HD 308</p> <p>Colore guaina Verde</p> <p>Marcatura a inchiostro BALDASSARI CAVI REPERO® PLUS ARG16M16 0,6/1 kV (sez) C_{ca}-s1b,d1,a1 IEMMEQU EFP (anno) (m) (tracciabilità)</p> <p>CARATTERISTICHE TECNICHE</p> <p>Tensione nominale Uo/U: 0,6/1 kV</p> <p>Temperatura massima di esercizio: 90°C</p> <p>Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)</p> <p>Temperatura minima di posa: 0°C</p> <p>Temperatura massima di corto circuito: 250°C fino alla sezione 240 mm², oltre 220°C</p> <p>Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²</p> <p>Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo</p> <p>Condizioni di impiego Per trasporto energia nell'edilizia industriale e/o residenziale. Particolarmente indicato in luoghi a rischio d'incendio e con elevata presenza di persone quali uffici, scuole, supermercati, cinema, teatri, discoteche, ecc.. Adatto per impieghi all'interno in locali anche bagnati o all'esterno; posa fissa su murature e strutture metalliche. Ammessa anche la posa interrata.</p> <p>TECHNICAL CHARACTERISTICS</p> <p>Nominal voltage Uo/U: 0,6/1 kV</p> <p>Maximum operating temperature: 90°C</p> <p>Minimum operating temperature: -15°C (without mechanical stress)</p> <p>Minimum installation temperature: 0°C</p> <p>Maximum short circuit temperature: 250°C up to 240 mm² section, over 220°C</p> <p>Maximum tensile stress: 50 N/mm²</p> <p>Minimum bending radius: 6 x maximum external diameter</p> <p>Use and installation Power cable for industrial and/or residential uses. Suitable to be used in high density and high risk of fire places like offices, schools, supermarkets, cinema, theaters, discos, etc.. Suitable to be used indoor and outdoor, even in wet environments; it can be fixed on walls and/or metal structures. Suitable also for laying underground.</p>		

DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

I cavi saranno direttamente posati all'interno delle pareti dello stabile o lungo canalette installate sul tetto, sempre all'interno di corrugati:

Configurazione trifoglio

Trasposizione lunghezza bobine

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

Il tracciato è suddiviso nelle seguenti zone:

- dal quadro fotovoltaico QE.FV all'inverter – cavi ARG16M16 di sezione (5 x 16) mmq.

7.6 CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO – “PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO”

Il modello di calcolo previsto dalla norma CEI 211-4 è quello previsto dalla legge di Biot e Savart, il quale prevede il calcolo dell'induzione magnetica su un piano trasversale alla linea. Tale modello prevede il calcolo dell'induzione magnetica di ciascun conduttore percorso da corrente e l'applicazione del principio di sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale.

Per il calcolo si è seguito un modello approssimato, che fa ricorso ad una serie di formule approssimate, applicabili senza l'uso di software, che permettono il calcolo immediato dell'induzione magnetica ad una data distanza dal baricentro dei conduttori della linea elettrica.

La ridotta distanza tra i conduttori e la continua trasposizione delle fasi fornita dalla cordatura (ricordiamo che linee con le fasi trasposte abbattono notevolmente il campo magnetico), fa sì che l'obiettivo di qualità venga raggiunto a distanze brevissime (0,12 – 0,75 m) dall'asse del cavo.

In conclusione si può affermare con sufficiente tranquillità che l'obiettivo di qualità è rispettato in qualunque punto dell'elettrodotto.

7.7 CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO – “PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO”

Il campo magnetico è calcolato in funzione della potenza trasmessa (corrente) e della disposizione geometrica dei conduttori.

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee BT a basse potenze, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo.

Nel seguito verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico.

CAMPI ELETROMAGNETICI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Moduli fotovoltaici

Dato che i moduli fotovoltaici e le batterie lavorano in corrente continua, non in corrente alternata, la formazione di campi variabili sui cavi di stringa e/o sui cavi di parallelo è circoscritta temporalmente ai soli transitori di corrente per esempio durante l'accensione e lo spegnimento e per un tempo brevissimo, per cui possono essere considerati trascurabili. Inoltre, per la certificazione dei moduli fotovoltaici la norma CEI 82-8 (IEC 61215) non indica prove di compatibilità elettromagnetica, perché considerate **irrilevanti**.

Inverters

All'interno degli inverter un trasformatore ad alta frequenza riduce le perdite di conversione lavorando ad alta frequenza. Gli inverters sono immessi sul mercato solo dopo aver verificato il rispetto dei limiti dei campi elettromagnetici emessi e aver acquisito le necessarie certificazioni che garantiscono sia l'immunità dai

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"**INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE**

disturbi elettromagnetici esterni sia le ridotte emissioni che pertanto non producono interferenza elettromagnetica significativa con le altre apparecchiature elettroniche d'impianto e con i cavi stessi.

L'inverter ibrido scelto in fase progettuale di marca HUAWEI è corredata da idonea certificazione di rispondenza alle norme CEI di compatibilità elettromagnetica.

INTERFERENZE CON LE TELECOMUNICAZIONI

Dopo aver eseguito lo studio dell'impatto che gli elettrodotti dell'Impianto Fotovoltaico hanno dal punto di vista elettromagnetico ad alta frequenza, pur non trattandosi di radiazioni emesse dall'impianto ma solo interferenze di questo con altri sistemi di onde, è opportuno, per completezza di trattazione, analizzare anche l'eventuale comportamento interferente che i moduli fotovoltaici possono avere nei riguardi delle telecomunicazioni.

L'altezza dei moduli fotovoltaici potrebbe costituire ostacoli soprattutto per i sistemi di radio telecomunicazione in quanto i segnali prodotti da questi ultimi potrebbero subire riflessioni, diffusioni e diffrazioni rendendo le comunicazioni "interferite", ovvero alterando le caratteristiche di propagazione, inficiando la qualità del collegamento in termini di segnale-rumore, modificando la forma del segnale ricevuto con eventuale alterazione dell'informazione.

Le interferenze possono riguardare sia apparati di trasmissione che apparecchi riceventi. Per gli apparati riceventi domestici, la distanza oltre la quale non si rilevano disturbi è dell'ordine di qualche decina di metri.

Nel caso dei collegamenti via radio, non possono invece verificarsi interferenze anche se emettitore e ricevitore si trovano a grande distanza dal campo fotovoltaico.

Nella realtà l'impianto fotovoltaico si comporta come un ostacolo nei confronti delle onde elettromagnetiche incidenti: fenomeni di riflessione e diffusione rendono l'installazione assimilabile ad una sorgente secondaria di emissione, la cui potenza dipende dalla forma e dimensioni dell'ostacolo in relazione alla lunghezza d'onda, proprietà dielettriche e conduttrive delle strutture, posizione delle pale e della struttura rispetto alla polarizzazione delle onde incidenti.

Poiché l'impianto in funzione è statico, il comportamento di questo campo secondario generato è piuttosto prevedibile.

La presenza di un campo fotovoltaico potrebbe introdurre una seconda traiettoria di trasmissione tra trasmettitore e ricevitore, e l'entità delle interferenze dipende dal tipo di telecomunicazione.

Le trasmissioni più sensibili a questo tipo di interferenza periodica sono quelle televisive, poiché la componente video del segnale è anch'essa modulata in ampiezza. Infatti, l'interferenza si evidenzia come la sovrapposizione al segnale utile presente all'ingresso del televisore di una modulazione di ampiezza in cui il periodo è legato all'altezza delle strutture.

La degradazione dell'immagine televisiva prodotta da interferenza di moduli fotovoltaici interviene quando sia superato il valore di soglia $m=0,15$ per la profondità di modulazione. In tali condizioni l'interferenza si manifesta con variazioni periodiche della luminosità dell'immagine o, nei peggiori dei casi, con la perdita di sincronismo o ancora, quando il ritardo tra il segnale diretto e riflesso assume valori sensibili, con la presenza di contorni sfocati o sdoppiati.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

La quantificazione di questi effetti può essere effettuata per via sperimentale, controllando attraverso rilevamenti eseguiti a varie distanze dalle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, la qualità dell'immagine ricevuta, correlandola al livello del segnale riflesso e diffuso dalla struttura dell'impianto stesso.

Per quanto detto sopra si può affermare con sufficiente tranquillità che **l'obiettivo di qualità è rispettato in qualunque punto dell'elettrodotto e che non vi è interferenza con le comunicazioni.**

7.8 CONCLUSIONI – “PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO”

Sulla base della normativa in vigore e delle considerazioni sopra riportate, si determina come nell'intera area interessata dall'installazione dell'Impianto Fotovoltaico non occorra individuare delle fasce di rispetto dovute alla possibile o anche ipotizzabile vicinanza di aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

Avendo voluto effettuare comunque una valutazione di quelle che potrebbero essere considerate aree di attenzione, si determina che sono zone molto limitate, poste in posizione sufficientemente distante dal perimetro del lotto; per cui, anche ipotizzando che in seguito si possano realizzare delle altre attività nei lotti limitrofi, le distanze esistenti sarebbero abbondantemente superiori alle fasce di rispetto necessarie a garantire una induzione magnetica inferiore al limite dell'obiettivo di qualità posto dal decreto relativo pari a $3 \mu\text{T}$.

Lo studio condotto ha consentito di rispondere alla check-list usualmente prevista per la valutazione degli impatti della componente, e precisamente:

a) analisi dell'impatto

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo 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 di 50 Hz degli elettrodotti”.

Il calcolo nelle varie sezioni di impianto ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché i valori di induzione magnetica attesa sono di un ordine di grandezza inferiore agli obiettivi di qualità fissati per legge, mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi. L'impatto è pertanto trascurabile.

b) feedback positivi

Non si riscontrano feedback positivi a seguito delle azioni di progetto sviluppate

c) feedback negativi

Non si riscontrano feedback negativi a seguito delle azioni di progetto sviluppate

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

d) ordine di grandezza e complessità dell'impatto

Essendo l'entità dell'impatto trascurabile, l'ordine di grandezza di quest'ultimo è da considerarsi anch'esso trascurabile, così come la sua complessità, poiché non si prevedono impatti secondari sulle componenti biotiche e/o abiotiche.

e) probabilità dell'impatto

La probabilità dell'impatto è pari a 1, poiché è certo che al passaggio della corrente nei cavidotti, durante il funzionamento dell'impianto, è sempre associata la generazione di campi elettromagnetici.

f) limiti spaziali dell'impatto

Il superamento dei limiti imposti dalla normativa avviene solo in corrispondenza dei conduttori: poiché il cavo è non è soggetto alla veicolazione di elevate potenze (e correnti) e poiché posto per la maggior parte del suo percorso all'interno di canalette esistenti all'interno dello stabile, l'effetto è mitigato e il calcolo ha dimostrato come il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore ai limiti di legge. Pertanto l'ambito spaziale è limitato al più a poche decine di centimetri intorno all'asse del cavidotto.

g) durata e reversibilità dell'impatto

La durata dell'impatto è pari a quella dell'impianto. Alla fine della vita utile dell'impianto, l'impatto cesserà naturalmente e pertanto si può concludere che sia di natura reversibile.

h) mitigazione dell'impatto

Data l'entità trascurabile dell'impatto non sono previsti interventi di mitigazione.

Alla luce dei risultati ottenuti ed illustrati nel capitolo 3 si evince come i tratti di cavidotto esaminati nella presente relazione rispettino le soglie di attenzione indicate negli articoli 3 e 4 del DPCM 8 Luglio 2003.

Inoltre poiché i casi esaminati rappresentano le situazioni più sfavorevoli in termini di emissione elettromagnetica attesa, si evince altresì che in ordine a tutte le linee elettriche appositamente progettate nell'ambito dello sviluppo del campo fotovoltaico, l'intensità del campo magnetico calcolata sull'asse del cavidotto in tutte le situazioni esaminate ed a tutte le quote considerate non supera mai il limite dei 3 μ T che il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fissa come obiettivo di qualità da conseguire nella realizzazione di nuovi elettrodotti.

A seguito delle valutazioni preventive eseguite, tenendo sempre presente le dovute approssimazioni conseguenti alla complessità geometrica della sorgente emissiva, si presume che l'opera proposta, per le sue caratteristiche emissive e per l'ubicazione scelta, sarà conforme alla normativa italiana in tema di protezione della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici, magnetici ed elettrici.

Successivamente alla realizzazione ed entrata in esercizio dell'impianto, il rispetto dei limiti di esposizione, se necessario, potrà essere verificato e confermato con misure dirette in campo.

7.9 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ AL D.P.C.M. 07/08/03 – “PALESTRA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO”

Considerati i livelli globali di immissione per ogni punto significativo si certifica la conformità dell'impianto in oggetto alle disposizioni del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 8 luglio 2003, art. 3 comma

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

1, per quanto attiene ai limiti di esposizione al campo elettromagnetico, nell'intervallo di frequenze 3 MHz - 3 GHz, espressi in 20 V/m per il valore efficace del campo elettrico o 0,05 A/m per il valore efficace di campo magnetico o 1 W/m² per la densità di potenza dell'onda piana equivalente.

Si certifica la conformità dello stesso impianto alle norme contenute nell'art. 3 comma 2, e nell'art. 4 comma 1, del DPCM 8 luglio 2003 che fissano come obiettivi di qualità e attenzione un limite massimo di 6 V/m per il valore efficace di campo elettrico, di 0,016 A/m come valore efficace di campo magnetico e, per frequenze comprese tra 3 MHz e 300 GHz, di 0,1 W/m² per la densità di potenza dell'onda piana equivalente, in corrispondenza di edifici utilizzati per permanenze della popolazione non inferiori alle 4 ore, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili, esclusi i lastrici solari.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 “Promozione dell’uso delle energie rinnovabili”

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L’INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

8 IV STABILE – “EX BOCCIODROMO”

8.1 DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO – – “EX BOCCIODROMO”

Il collegamento elettrico alla rete di trasmissione nazionale dell’impianto fotovoltaico si effettuerà con cavi ad una tensione di 400 V. Tali campi faranno capo ad un impianto di consegna che concentra l’energia prodotta dall’impianto e la consegna in rete tramite allaccio alla rete.

L’impianto fotovoltaico prevede l’installazione di moduli fotovoltaici suddivisi in n.5 sottocampi fotovoltaici, ognuno connesso ad un inverter, per complessivi 200 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, che produrranno una potenza di 505 Wp per ogni modulo FV, con potenza nominale complessiva pari a 101kWp.

I moduli saranno installati sul tetto dello stabile: n.4 sottocampi seguiranno l’inclinazione delle due falda della struttura più elevata dello stabile, il restante sottocampo sarà installato sul tetto piano dello stabile. Tutti i moduli verranno, sia quelli in falda che quelli su tetto piano, verranno accoppiati con tilt di 10° in direzione opposta l’uno all’altro.

I pannelli fotovoltaici saranno tra loro interconnessi con una rete di bassa tensione, così come anche i moduli fotovoltaici all’inverter e l’inverter ai quadri BT presenti in un locale tecnico all’interno dello stabile; la rete di bassa tensione verrà realizzata con linee in cavo posate su condotti fissati sulla superficie del tetto.

La conversione da corrente continua in corrente alternata sarà realizzata mediante n.5 convertitori statici trifase ibridi (inverter) della potenza rispettivamente di 17kW ognuno.

Oltre ai moduli fotovoltaici verranno connessi agli inverter in progetto anche n.10 sistemi di accumulo elettrochimico, più precisamente nel lato DC dell’inverter, ognuno dalla capacità di 20,7kWh.

L’inverter e il sistema di accumulo verranno installati all’interno di un vano/locale ricavato all’interno dello stabile.

Di seguito la suddivisione delle stringhe per inverter e di moduli batteria anch’essi collegati all’inverter ibrido:

SISTEMA FOTOVOLTAICO			
Inverter	Stringa	Moduli per stringa	Potenza per stringa [kWp]
Inverter ibrido 1 (17kW AC)	Stringa A	20	10,10
	Stringa B	20	10,10
Potenza installata su inverter 1 pari a 20,20 kWp			
Inverter ibrido 2 (17kW AC)	Stringa A	20	10,10
	Stringa B	20	10,10
Potenza installata su inverter 2 pari a 20,20 kWp			
Inverter ibrido 3 (17kW AC)	Stringa A	20	10,10

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 “Promozione dell’uso delle energie rinnovabili”

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L’INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

	Stringa B	20	10,10
Potenza installata su inverter 3 pari a 20,20 kWp			
Inverter ibrido 4 (17kW AC)	Stringa A	20	10,10
	Stringa B	20	10,10
Potenza installata su inverter 4 pari a 20,20 kWp			
Inverter ibrido 5 (17kW AC)	Stringa A	20	10,10
	Stringa B	20	10,10
Potenza installata su inverter 5 pari a 20,20 kWp			
Potenza totale fotovoltaica installata pari a 101,00 kWp			
SISTEMA DI ACCUMULO			
Inverter	N. moduli batteria per armadietto	N. armadietti batteria	Capacità armadietto batteria [kWh]
Inverter ibrido 1 (17kW AC)	3	2	41,4
Capacità installata su inverter 1 pari a 41,4 kWp			
Inverter ibrido 2 (17kW AC)	3	2	41,4
Capacità installata su inverter 2 pari a 41,4 kWp			
Inverter ibrido 3 (17kW AC)	3	2	41,4
Capacità installata su inverter 3 pari a 41,4 kWp			
Inverter ibrido 4 (17kW AC)	3	2	41,4
Capacità installata su inverter 4 pari a 41,4 kWp			
Inverter ibrido 5 (17kW AC)	3	2	41,4
Capacità installata su inverter 5 pari a 41,4 kWp			
Capacità di accumulo totale installata pari a 207,00 kWh			

Tutti gli inverter previsti per questo impianto sono di tipo ibrido, dunque capaci di connettere sul lato DC sia le stringhe di moduli fotovoltaici che il sistema di accumulo. Questo permette di effettuare una diretta gestione dell’energia e di avere cinque unici valori di potenza in uscita (lato AC) pari a 17kW ognuno.

8.2 VALUTAZIONE PREVENTIVA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI - – “EX BOCCIODROMO”

Applicazione della normativa sulla tutela della popolazione

Per tutto ciò che attiene la valutazione dei campi magnetici ed elettrici all’interno dell’impianto, essendo la distribuzione in bassa tensione non trova applicazione il DPCM 8 luglio 2003, inoltre essendo le zone

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"**INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE**

direttamente confinanti con l'impianto di rete non adibite né ad una permanenza giornaliera non inferiore alle 4 ore né a zone gioco per l'infanzia/abitazioni scuole, vanno verificati esclusivamente i limiti di esposizione. Non trovano applicazione per le stesse motivazioni gli obiettivi di qualità del DPCM 8 luglio 2003.

Rimane comunque inteso che i limiti esposti dal DPCM si applicano esclusivamente alla parte esterna dell'impianto e relativamente ai campi magnetici prodotti da correnti di frequenza 50 Hz.

Criteri di Valutazione

Al contrario delle linee elettriche, per le quali è ormai consolidato un metodo di calcolo preventivo dei campi magnetici ed elettrici, per le cabine elettriche e per tutti i sistemi non assimilabili alle linee elettriche, a causa delle geometrie complesse, non è agevole determinare gli andamenti dei campi elettrici e magnetici con modelli matematici, ma a valle di considerazioni preventive di massima, in caso di dubbio si deve procedere direttamente alle misure in campo.

Considerando che la massima tensione elettrica all'interno ed all'esterno è di 400 V e che i campi elettrici sono schermati dal suolo, dalle murature del fabbricato, dalle guaine metalliche dei cavi a media tensione, ecc., si può trascurare completamente la valutazione dei campi elettrici che, si ricorda, sono generati dalla tensione elettrica.

Le principali sorgenti emissive sono: le sbarre di bassa tensione dei quadri elettrici BT.

Non si considerano importanti per la verifica dei limiti di esposizione, considerando che tali locali non prevedono la presenza di lavoratori se non per il tempo strettamente necessario alle operazioni di manutenzione, i seguenti componenti:

- i cavi di bassa tensione tra il punto di consegna e l'impianto di produzione considerando che le diverse fasi saranno in posa ravvicinata in cunicolo interrato all'interno dello stabile.

Si ricorda a tal proposito che il valore di campo magnetico generato da un sistema elettrico trifase simmetrico ed equilibrato in un punto dello spazio è estremamente dipendente dalla distanza esistente tra gli assi dei conduttori delle tre fasi. Per assurdo, infatti, se i tre conduttori coincidessero nello spazio il campo magnetico esterno risulterebbe nullo per qualsiasi valore della corrente circolante nei conduttori.

Per questo motivo il problema dei campi magnetici è poco sentito nelle reti di bassa e media tensione in cavo dove gli spessori degli isolanti sono molto contenuti permettendo alle tre fasi di essere estremamente ravvicinate tra loro se non addirittura inserite nello stesso cavo multipolare (bassa tensione).

8.3 COLLEGAMENTO ALLA RETE DI BASSA TENSIONE - – “EX BOCCIODROMO”

Il collegamento elettrico alla rete di trasmissione nazionale dell'impianto fotovoltaico si effettuerà con cavo a 400 V. Tali campi faranno capo ad un punto di consegna che concentra l'energia prodotta dall'impianto e la consegna alla rete di e-distribuzione.

In generale, il campo elettromagnetico generato da un elettrodotto (cavidotto) dipende dalla corrente veicolata, cioè dalle condizioni di carico della linea che non sono costanti ma variabili perché legate alla richiesta di energia che varia durante le ore del giorno e i periodi dell'anno. Maggiore è l'energia richiesta, maggiore è la corrente trasportata dalle linee e quindi maggiore è il campo magnetico da esse generato.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"**INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE**

Il campo magnetico, espresso in termini di induzione magnetica, diminuisce molto rapidamente con la distanza dalla linea. I campi elettrico e magnetico dipendono anche dal numero e dalla disposizione geometrica dei conduttori, nonché dalla distribuzione delle fasi della corrente tra i conduttori stessi.

Il campo elettrico è facilmente schermabile da parte di materiali quali legno o metalli ma anche da alberi o edifici: tra l'esterno e l'interno degli edifici si ha quindi una riduzione del campo elettrico. Il campo magnetico è difficilmente schermabile e diminuisce soltanto allontanandosi dalla linea.

L'interramento delle linee permette di diminuire i valori del campo nell'ambiente circostante, ed inoltre tale campo di induzione decade molto rapidamente: a pochi metri di distanza dall'asse del sistema la riduzione del campo elettrico è inferiore di un ordine di grandezza rispetto al valore massimo.

8.4 DESCRIZIONE DEL CAVIDOTTO - – “EX BOCCIODROMO”

Il cavidotto si riferisce all’Impianto Fotovoltaico di cui alla premessa.

I moduli fotovoltaici saranno suddivisi, in base alla reciproca vicinanza, in cinque sottocampi; ogni stringa di ogni sottocampo sarà collegata, mediante cavi negli appositi canalette e/o corrugati, agli inverter d’impianto.

Ogni inverter sarà collegato al quadro dell’impianto fotovoltaico e sarà collegato tramite un cavidotto al punto di consegna alla rete di distribuzione.

La rete di cavidotti interna all’impianto per il trasporto e consegna dell’energia prodotta, seguirà preferenzialmente nuovi/esistenti percorsi disposti lungo le pareti dello stabile.

8.5 CAVI - – “EX BOCCIODROMO”

Nelle indicazioni seguenti si riportano le caratteristiche tecniche e costruttive dei cavi:

- CAVO BT – DA INVERTER A QUADRO BT

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

CPR (UE) n°305/11 C _{ca} - s1b, d1, a1	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°1105/22
CEI 20-13 - CEI UNEL 35396 CEI EN 60332-1-2 HD 605 Par. 2.4.20 2014/35/UE 2011/65/CE	Costruzione e requisiti/Construction and specifications Propagazione fiamma/Flame propagation Resistenza rotti UV 720 h/UV resistance test 720 h Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive Direttiva RoHS/RoHS Directive	   
DESCRIZIONE		
Cavo unipolare per energia con conduttore in alluminio, isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina termoplastica speciale di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).		
Conduttore Corda di alluminio rigida, classe 2	Conductor Aluminium stranded wire, class 2	
Isolante Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16	Insulation Rubber HEPR compound G16 quality	
Guaina esterna Mescola LSOH di qualità M16 LSOH = Low Smoke Zero Halogen	Outer sheath LSOH compound, M16 quality LSOH = Low Smoke Zero Halogen	
Colore anime Normativa HD 308	Cores colour HD 308 Standard	
Colore guaina Verde	Sheath colour Green	
Marcatura a inchiostro BALDASSARI CAVI REPERO® PLUS ARG16M16 0,6/1 kV (sez) Cca-s1b,d1,a1 IEMMEQU EFP (anno) (m) (tracciabilità)	Inkjet marking BALDASSARI CAVI REPERO® PLUS ARG16M16 0,6/1 kV (section) Cca-s1b,d1,a1 IEMMEQU EFP (year) (m) (traceability)	
CARATTERISTICHE TECNICHE		
Tensione nominale Uo/U: 0,6/1 kV	TECHNICAL CHARACTERISTICS	
Temperatura massima di esercizio: 90°C	Nominal voltage Uo/U: 0,6/1 kV	
Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)	Maximum operating temperature: 90°C	
Temperatura minima di posa: 0°C	Minimum operating temperature: -15°C (without mechanical stress)	
Temperatura massima di corto circuito: 250°C fino alla sezione 240 mm ² , oltre 220°C	Minimum installation temperature: 0°C	
Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm ²	Maximum short circuit temperature: 250°C up to 240 mm ² section, over 220°C	
Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo	Maximum tensile stress: 50 N/mm ²	
Condizioni di impiego Per trasporto energia nell'edilizia industriale e/o residenziale. Particolarmente indicato in luoghi a rischio d'incendio e con elevata presenza di persone quali uffici, scuole, supermercati, cinema, teatri, discoteche, ecc.. Adatto per impieghi all'interno in locali anche bagnati o all'esterno; posa fissa su murature e strutture metalliche. Ammessa anche la posa interrata.	Minimum bending radius: 6 x maximum external diameter	
Use and installation Power cable for industrial and/or residential uses. Suitable to be used in high density and high risk of fire places like offices, schools, supermarkets, cinema, theaters, discos, etc.. Suitable to be used indoor and outdoor, even in wet environments; it can be fixed on walls and/or metal structures. Suitable also for laying underground.		

DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

I cavi saranno direttamente posati all'interno delle pareti dello stabile o lungo canalette installate sul tetto, sempre all'interno di corrugati:

Configurazione trifoglio

Trasposizione lunghezza bobine

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

Il tracciato è suddiviso nelle seguenti zone:

- dal quadro fotovoltaico QE.FV all'inverter – cavi ARG16M16 di sezione (5 x 16) mmq.

8.6 CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO - – “EX BOCCIODROMO”

Il modello di calcolo previsto dalla norma CEI 211-4 è quello previsto dalla legge di Biot e Savart, il quale prevede il calcolo dell'induzione magnetica su un piano trasversale alla linea. Tale modello prevede il calcolo dell'induzione magnetica di ciascun conduttore percorso da corrente e l'applicazione del principio di sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale.

Per il calcolo si è seguito un modello approssimato, che fa ricorso ad una serie di formule approssimate, applicabili senza l'uso di software, che permettono il calcolo immediato dell'induzione magnetica ad una data distanza dal baricentro dei conduttori della linea elettrica.

La ridotta distanza tra i conduttori e la continua trasposizione delle fasi fornita dalla cordatura (ricordiamo che linee con le fasi trasposte abbattono notevolmente il campo magnetico), fa sì che l'obiettivo di qualità venga raggiunto a distanze brevissime (0,12 – 0,75 m) dall'asse del cavo.

In conclusione si può affermare con sufficiente tranquillità che l'obiettivo di qualità è rispettato in qualunque punto dell'elettrodotto.

8.7 CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO - – “EX BOCCIODROMO”

Il campo magnetico è calcolato in funzione della potenza trasmessa (corrente) e della disposizione geometrica dei conduttori.

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee BT a basse potenze, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo.

Nel seguito verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico.

CAMPI ELETTROMAGNETICI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Moduli fotovoltaici

Dato che i moduli fotovoltaici e le batterie lavorano in corrente continua, non in corrente alternata, la formazione di campi variabili sui cavi di stringa e/o sui cavi di parallelo è circoscritta temporalmente ai soli transitori di corrente per esempio durante l'accensione e lo spegnimento e per un tempo brevissimo, per cui possono essere considerati trascurabili. Inoltre, per la certificazione dei moduli fotovoltaici la norma CEI 82-8 (IEC 61215) non indica prove di compatibilità elettromagnetica, perché considerate **irrilevanti**.

Inverters

All'interno degli inverters un trasformatore ad alta frequenza riduce le perdite di conversione lavorando ad alta frequenza. Gli inverters sono immessi sul mercato solo dopo aver verificato il rispetto dei limiti dei campi elettromagnetici emessi e aver acquisito le necessarie certificazioni che garantiscono sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni sia le ridotte emissioni che pertanto non producono interferenza elettromagnetica significativa con le altre apparecchiature elettroniche d'impianto e con i cavi stessi.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

L'inverter ibrido scelto in fase progettuale di marca HUAWEI è corredato da idonea certificazione di rispondenza alle norme CEI di compatibilità elettromagnetica.

INTERFERENZE CON LE TELECOMUNICAZIONI

Dopo aver eseguito lo studio dell'impatto che gli elettrodotti dell'Impianto Fotovoltaico hanno dal punto di vista elettromagnetico ad alta frequenza, pur non trattandosi di radiazioni emesse dall'impianto ma solo interferenze di questo con altri sistemi di onde, è opportuno, per completezza di trattazione, analizzare anche l'eventuale comportamento interferente che i moduli fotovoltaici possono avere nei riguardi delle telecomunicazioni.

L'altezza dei moduli fotovoltaici potrebbe costituire ostacoli soprattutto per i sistemi di radio telecomunicazione in quanto i segnali prodotti da questi ultimi potrebbero subire riflessioni, diffusioni e diffrazioni rendendo le comunicazioni "interferite", ovvero alterando le caratteristiche di propagazione, inficiando la qualità del collegamento in termini di segnale-rumore, modificando la forma del segnale ricevuto con eventuale alterazione dell'informazione.

Le interferenze possono riguardare sia apparati di trasmissione che apparecchi riceventi. Per gli apparati riceventi domestici, la distanza oltre la quale non si rilevano disturbi è dell'ordine di qualche decina di metri.

Nel caso dei collegamenti via radio, non possono invece verificarsi interferenze anche se emittitore e ricevitore si trovano a grande distanza dal campo fotovoltaico.

Nella realtà l'impianto fotovoltaico si comporta come un ostacolo nei confronti delle onde elettromagnetiche incidenti: fenomeni di riflessione e diffusione rendono l'installazione assimilabile ad una sorgente secondaria di emissione, la cui potenza dipende dalla forma e dimensioni dell'ostacolo in relazione alla lunghezza d'onda, proprietà dielettriche e conduttrive delle strutture, posizione delle pale e della struttura rispetto alla polarizzazione delle onde incidenti.

Poiché l'impianto in funzione è statico, il comportamento di questo campo secondario generato è piuttosto prevedibile.

La presenza di un campo fotovoltaico potrebbe introdurre una seconda traiettoria di trasmissione tra trasmettitore e ricevitore, e l'entità delle interferenze dipende dal tipo di telecomunicazione.

Le trasmissioni più sensibili a questo tipo di interferenza periodica sono quelle televisive, poiché la componente video del segnale è anch'essa modulata in ampiezza. Infatti, l'interferenza si evidenzia come la sovrapposizione al segnale utile presente all'ingresso del televisore di una modulazione di ampiezza in cui il periodo è legato all'altezza delle strutture.

La degradazione dell'immagine televisiva prodotta da interferenza di moduli fotovoltaici interviene quando sia superato il valore di soglia $m=0,15$ per la profondità di modulazione. In tali condizioni l'interferenza si manifesta con variazioni periodiche della luminosità dell'immagine o, nei peggiori dei casi, con la perdita di sincronismo o ancora, quando il ritardo tra il segnale diretto e riflesso assume valori sensibili, con la presenza di contorni sfocati o sdoppiati.

La quantificazione di questi effetti può essere effettuata per via sperimentale, controllando attraverso rilevamenti eseguiti a varie distanze dalle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, la qualità

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"**INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE**

dell'immagine ricevuta, correlandola al livello del segnale riflesso e diffuso dalla struttura dell'impianto stesso.

Per quanto detto sopra si può affermare con sufficiente tranquillità che **l'obiettivo di qualità è rispettato in qualunque punto dell'elettrodotto e che non vi è interferenza con le comunicazioni.**

8.8 CONCLUSIONI - – “EX BOCCIODROMO”

Sulla base della normativa in vigore e delle considerazioni sopra riportate, si determina come nell'intera area interessata dall'installazione dell'Impianto Fotovoltaico non occorra individuare delle fasce di rispetto dovute alla possibile o anche ipotizzabile vicinanza di aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

Avendo voluto effettuare comunque una valutazione di quelle che potrebbero essere considerate aree di attenzione, si determina che sono zone molto limitate, poste in posizione sufficientemente distante dal perimetro del lotto; per cui, anche ipotizzando che in seguito si possano realizzare delle altre attività nei lotti limitrofi, le distanze esistenti sarebbero abbondantemente superiori alle fasce di rispetto necessarie a garantire una induzione magnetica inferiore al limite dell'obiettivo di qualità posto dal decreto relativo pari a $3 \mu\text{T}$.

Lo studio condotto ha consentito di rispondere alla check-list usualmente prevista per la valutazione degli impatti della componente, e precisamente:

a) analisi dell'impatto

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo 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 di 50 Hz degli elettrodotti”.

Il calcolo nelle varie sezioni di impianto ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché i valori di induzione magnetica attesi sono di un ordine di grandezza inferiore agli obiettivi di qualità fissati per legge, mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi. L'impatto è pertanto trascurabile.

b) feedback positivi

Non si riscontrano feedback positivi a seguito delle azioni di progetto sviluppate

c) feedback negativi

Non si riscontrano feedback negativi a seguito delle azioni di progetto sviluppate

d) ordine di grandezza e complessità dell'impatto

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"**INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE**

Essendo l'entità dell'impatto trascurabile, l'ordine di grandezza di quest'ultimo è da considerarsi anch'esso trascurabile, così come la sua complessità, poiché non si prevedono impatti secondari sulle componenti biotiche e/o abiotiche.

e) probabilità dell'impatto

La probabilità dell'impatto è pari a 1, poiché è certo che al passaggio della corrente nei cavidotti, durante il funzionamento dell'impianto, è sempre associata la generazione di campi elettromagnetici.

f) limiti spaziali dell'impatto

Il superamento dei limiti imposti dalla normativa avviene solo in corrispondenza dei conduttori: poiché il cavo non è soggetto alla veicolazione di elevate potenze (e correnti) e poiché posto per la maggior parte del suo percorso all'interno di canalette esistenti all'interno dello stabile, l'effetto è mitigato e il calcolo ha dimostrato come il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore ai limiti di legge. Pertanto l'ambito spaziale è limitato al più a poche decine di centimetri intorno all'asse del cavidotto.

g) durata e reversibilità dell'impatto

La durata dell'impatto è pari a quella dell'impianto. Alla fine della vita utile dell'impianto, l'impatto cesserà naturalmente e pertanto si può concludere che sia di natura reversibile.

h) mitigazione dell'impatto

Data l'entità trascurabile dell'impatto non sono previsti interventi di mitigazione.

Alla luce dei risultati ottenuti ed illustrati nel capitolo 3 si evince come i tratti di cavidotto esaminati nella presente relazione rispettino le soglie di attenzione indicate negli articoli 3 e 4 del DPCM 8 Luglio 2003.

Inoltre poiché i casi esaminati rappresentano le situazioni più sfavorevoli in termini di emissione elettromagnetica attesa, si evince altresì che in ordine a tutte le linee elettriche appositamente progettate nell'ambito dello sviluppo del campo fotovoltaico, l'intensità del campo magnetico calcolata sull'asse del cavidotto in tutte le situazioni esaminate ed a tutte le quote considerate non supera mai il limite dei 3 μ T che il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fissa come obiettivo di qualità da conseguire nella realizzazione di nuovi elettrodotti.

A seguito delle valutazioni preventive eseguite, tenendo sempre presente le dovute approssimazioni conseguenti alla complessità geometrica della sorgente emissiva, si presume che l'opera proposta, per le sue caratteristiche emissive e per l'ubicazione scelta, sarà conforme alla normativa italiana in tema di protezione della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici, magnetici ed elettrici.

Successivamente alla realizzazione ed entrata in esercizio dell'impianto, il rispetto dei limiti di esposizione, se necessario, potrà essere verificato e confermato con misure dirette in campo.

8.9 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ AL D.P.C.M. 07/08/03 - – “EX BOCCIODROMO”

Considerati i livelli globali di immissione per ogni punto significativo si certifica la conformità dell'impianto in oggetto alle disposizioni del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 8 luglio 2003, art. 3 comma 1, per quanto attiene ai limiti di esposizione al campo elettromagnetico, nell'intervallo di frequenze 3 MHz - 3 GHz, espressi in 20 V/m per il valore efficace del campo elettrico o 0,05 A/m per il valore efficace di campo magnetico o 1 W/m² per la densità di potenza dell'onda piana equivalente.

PROGRAMMA NAZIONALE JUST TRANSITION FUND ITALIA 2021-2027 - PT SULCIS. AZIONE 1.1 "Promozione dell'uso delle energie rinnovabili"

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MEDIANTE L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER), IN ALCUNI EDIFICI APPARTENENTI AL PATRIMONIO COMUNALE DI CARLOFORTE

Si certifica la conformità dello stesso impianto alle norme contenute nell'art. 3 comma 2, e nell'art. 4 comma 1, del DPCM 8 luglio 2003 che fissano come obiettivi di qualità e attenzione un limite massimo di 6 V/m per il valore efficace di campo elettrico, di 0,016 A/m come valore efficace di campo magnetico e, per frequenze comprese tra 3 MHz e 300 GHz, di 0,1 W/m² per la densità di potenza dell'onda piana equivalente, in corrispondenza di edifici utilizzati per permanenze della popolazione non inferiori alle 4 ore, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili, esclusi i lastrici solari.