

# RISORSESARDE s.r.l.

EX SS131 KM 10. 500 SN  
09028 SESTU (CA)  
P.IVA 04015180922

## R06 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

PROGETTO PER LE REALIZZAZIONE DI UN  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI POTENZA DI PICCO  
94,99 MW CON ACCUMULO DI 10MW SITO NEL  
COMUNE DI UTA IN LOCALITA' "SU INZIRU"  
E CONNESSIONE AT ALLA RETE ELETTRICA

SITA NEL COMUNE DI UTA E DI ASSEMINI

Data: Dicembre 2023

### PROGETTAZIONE



### PROGETTISTA INCARICATO

Ing. Luca Demontis  
Via Ruggero Bacone 4  
09134 Cagliari  
lucademontis@sviluppo-ambiente.com

### GRUPPO DI LAVORO

Ing. Filippo Mocchi    Ing. Michela Marcis    Archeol. A. Luisa Sanna  
Arch. Michela Usala    Ing. Giulia Argiolas    Geol. Andrea Serreli  
Ing. Marco Muroni    Ing. Roberto Mura  
Ing. Jacopo Mulas    Ing. Michele Suella



## INDICE

1. INTRODUZIONE .....	2
1.1 OGGETTO DELL'INTERVENTO .....	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI VIGENTI .....	3
2.1 LEGGE QUADRO N. 36/2001 .....	3
2.2 D.P.C.M. 8 LUGLIO 2003 .....	3
2.3 D.M. 29 MAGGIO 2008 .....	4
2.4 D. Lgs. 9 APRILE 2008 N. 81 "TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO" .....	4
3. DEFINIZIONI .....	6
4. DESCRIZIONE DELLA CENTRALE .....	7
4.1 OPERE DA REALIZZARE .....	7
4.2 COMPOSIZIONE DELLA CENTRALE .....	7
5. VALUTAZIONI SPECIFICHE SUL SITO .....	8
5.1 VALUTAZIONE MODULI FOTOVOLTAICI E CAVIDOTTI DC .....	8
5.2 VALUTAZIONE INVERTER .....	8
5.3 VALUTAZIONI LINEE INTERRATE MT .....	9
5.4 VALUTAZIONI CABINE DI TRASFORMAZIONE BT/MT .....	10
5.5 VALUTAZIONI SOTTOSTAZIONE MT/AT .....	10
6. CONCLUSIONI .....	12
7. ALLEGATI: SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DI IMPIANTO .....	13
7.1 SCHEDA MODULO FV .....	13
7.2 SCHEDA INVERTER .....	14
7.3 SCHEDA CAVO UNIPOLARE 26/45 kV .....	15

## **1. INTRODUZIONE**

Il presente elaborato ha lo scopo di valutare le emissioni elettromagnetiche relative agli apparati elettrici costituenti l'impianto fotovoltaico e le opere connesse di cui trattasi al fine di verificare il rispetto dei limiti imposti dalla legge n.36 del 22 febbraio 2001 e s.m.i.

### **1.1 OGGETTO DELL'INTERVENTO**

L'intervento consisterà nella realizzazione di una centrale fotovoltaica installata a terra della potenza di 94.993,92 kWp localizzata in zona turistica "F" nel Comune di Uta (CA) da connettere in antenna a 150 kV ad una nuova Stazione Elettrica (SE) che sarà da inserire a sua volta in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV denominata "Rumianca - Villasor".

L'energia elettrica prodotta sarà ceduta ad un trader accreditato tramite la modalità di cessione sul mercato libero. La proprietà potrebbe valutare anche di partecipare al meccanismo delle aste secondo D.M. 04/07/2019 (c.d. FER 1).

Per l'impianto in oggetto e ai fini del presente documento saranno valutate le emissioni elettromagnetiche generate dalle cabine elettriche, dai cavidotti e dalla stazione utente per la trasformazione. Nel seguito verranno individuate le DPA per le infrastrutture di cui sopra sulla base al DM del MATTM del 29 maggio 2008.

Si fa infine presente che nello studio è stata presa in considerazione la condizione maggiormente significativa al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge delle opere elettriche da realizzare.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI VIGENTI

### 2.1 LEGGE QUADRO N. 36/2001

Con la Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001 "Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" l'Italia ha inteso riordinare la normativa allora vigente in materia di limitazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

La legge ha introdotto il concetto di *limite di esposizione*, di *valore di attenzione* e di *obiettivo di qualità*:

- *limite di esposizione* – si intende il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico che non deve mai essere superato in alcuna condizione di esposizione;
- *valore di attenzione* – si intende il valore che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- *obiettivi di qualità* - sono stati introdotti allo scopo di garantire la progressiva minimizzazione dell'esposizione.

La legge ha anche introdotto la terminologia fascia di rispetto in prossimità di elettrodotti, intesa come area all'interno della quale non possono essere previste destinazioni d'uso che comportino una permanenza prolungata oltre le 4 ore giornaliere.

### 2.2 D.P.C.M. 8 LUGLIO 2003

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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" fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c.2):

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

Tabella 1 – Limiti di esposizione del campo elettrico e magnetico ai sensi del D.P.C.M. 8 luglio 2003

	Intensità campo elettrico E (kV/m)	Intensità induzione magnetica B ( $\mu$ T)
Limiti esposizione	5	100
Limiti attenzione	5	10

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

In attuazione dell'art. 4, c. 1 lettera h della Legge 36/01), il D.P.C.M. 8 luglio 2003, all'art. 6, introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

"La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della **Distanza di Prima Approssimazione** (DPA)

la quale, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di  $3 \mu\text{T}$  del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

### **2.3 D.M. 29 MAGGIO 2008**

In esecuzione della Legge 36/2001 e del D.P.C.M. 08/07/2003 è stato emanato il D.M. del MATTM del 29/05/2008 che ha definito i criteri e la metodologia per la determinazione delle fasce di rispetto, introducendo inoltre il criterio della "*distanza di prima approssimazione (DPA)*" e delle connesse "*aree o corridoi di prima approssimazione*"; ai sensi dell'art. 6 comma 2 del D.P.C.M. 8 Luglio 2003, tale criterio ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto.

I riferimenti contenuti nell'art. 6 del D.P.C.M. 8 luglio 2003 implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità: "*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.*" (art. 4).

La presente metodologia di calcolo si applica, quindi, agli elettrodotti esistenti o in progetto, con linee aeree o interrate.

Sono escluse dall'applicazione della metodologia:

- le linee esercite a frequenze diverse da quella di rete (50 Hz);
- le linee definite di classe zero secondo il decreto interministeriale 21/03/88 n. 449;
- le linee definite di prima classe secondo il decreto interministeriale 21/03/88 n. 449;
- le linee in MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

In tutti questi casi le fasce associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n. 449/88 e dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991.

### **2.4 D. LGS. 9 APRILE 2008 N. 81 "TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO"**

Al Capo IV del Titolo VIII – Agenti fisici sono contenute le disposizioni specifiche in materia di protezione dei lavoratori dalle esposizioni ai campi elettromagnetici, emendate a seguito dell'emanazione del **D. Lgs. 159/2016** di recepimento della **Direttiva 2013/35/UE** sulle disposizioni minime di sicurezza e salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici).

Si applicano inoltre le seguenti norme tecniche per la misura e valutazione dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici:

#### **NORMA CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"**

La guida ha lo scopo di definire, per i livelli di progetto (preliminare, definitivo ed esecutivo), la documentazione tecnica di progetto degli impianti elettrici ed elettronici di tutte le tipologie, civili e industriali, compresi gli impianti di protezione contro i fulmini.

#### **NORMA CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"**

**NORMA CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art. 6). parte 1: linee elettriche aeree e in cavo."**

La Guida è suddivisa in 2 parti, la prima relativa alle linee aeree e in cavo e la seconda alle cabine e alle sottostazioni e, in applicazione del D.P.C.M. 8 luglio 2003 intende fornire una metodologia generale per il calcolo dell'ampiezza delle fasce di rispetto con riferimento a valori prefissati di induzione magnetica e di portata in corrente dell'impianto.

**NORMA CEI 211-6** "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz-10kHz con riferimento all'esposizione umana"

**NORMA CEI 211-7**"Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz-300GHz con riferimento all'esposizione umana"

**NORMA CEI EN 50499** – "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici". Tale norma contiene 2 tabelle: una comprende tutti i luoghi e le attrezzature di lavoro conformi a priori mentre la seconda contiene un elenco non esaustivo delle attrezzature per le quali è necessario procedere a valutazioni ulteriori.

**NORMA CEI EN 61000-3-2** - Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con Corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)

### 3. DEFINIZIONI

Valgono le definizioni di seguito riportate, per la maggior parte contenute nella Legge n.36/2001, nel D.P.C.M. 8 luglio 2003 e nel Decreto Ministeriale 29 maggio 2008:

- **Autorità competenti ai fini dei controlli:** sono le autorità di cui all'art. 14 della Legge 36/2001 (le amministrazioni provinciali e comunali, al fine di esercitare le funzioni di controllo e di vigilanza sanitaria e ambientale, utilizzano le strutture delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente).
- **Autorità competenti ai fini delle autorizzazioni:** sono le autorità competenti al rilascio delle autorizzazioni per la costruzione e/o l'esercizio di elettrodotti e/o insediamenti e/o aree di cui all'art. 4 del DPCM 8 luglio 2003 (aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore).
- **Distanza di Prima Approssimazione (Dpa):** per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.
- **Elettrodotto:** è l'insieme delle linee elettriche delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.
- **Fascia di rispetto:** è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3  $\mu$ T). Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.
- **Limite di esposizione** - (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 1) - nel caso di esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici, alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori il limite di esposizione di 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico;
- **Luoghi tutelati** - (Legge 36/2001 art. 4, c. 1) - aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere
- **Obiettivo di qualità** - nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze giornaliere non inferiori a 4 ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di **3  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.;
- **Portata in corrente in servizio normale:** è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento, come definita nella norma CEI 11-60 § 2.6.
- **La corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto** è la "portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata": *per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 § 3.5 e § 4.2.1 come portata in regime permanente (massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato).*
- **Valore di attenzione** - (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 2) - a titolo di misura di cautela per la protezione della popolazione 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  $\mu$ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

#### **4. DESCRIZIONE DELLA CENTRALE**

##### **4.1 OPERE DA REALIZZARE**

L'intervento consisterà nella realizzazione di una centrale fotovoltaica, costituita da 20 sottocampi, di cui n.2 di potenza nominale di 4.709,52 kWp ed i restanti 18 di potenza nominale di 4.754,16 kWp, per un totale pari a 94.993,92 kWp utilizzando 153.216 moduli in silicio monocristallino con tecnologia half-cell, della potenza di picco totale di 620 Wp cad.

I moduli saranno installati a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e rotazione massima variabile tra -55° (est) e +55° (ovest), come rappresentati schematicamente nella figura seguente, per una superficie captante di circa 430.000 m<sup>2</sup>.

##### **4.2 COMPOSIZIONE DELLA CENTRALE**

I 20 sottocampi che compongono la centrale (rif. Tab.1), costituiti ognuno da una "cabina di sottocampo" saranno suddivisi in 2 gruppi funzionali (2 dorsali). Ogni gruppo sarà costituito da 10 cabine interconnesse in entra-esce tramite un collegamento in MT alla tensione nominale di 30 KV, per un totale dunque di 2 dorsali di potenza nominale rispettivamente pari a: A) 47,49696 MWp; B) 47,49696 MWp.

Ciascuna cabina di sottocampo sarà costituita da una sezione di raccolta AC, un quadro AC in bassa tensione, un trasformatore BT/MT e un quadro MT costituito da 2 o tre celle (in particolare: protezione trasformatore, arrivo linea - assente nelle cabine terminali A.10/B.10 - e partenza linea). È inoltre previsto un sistema di accumulo della potenza nominale di 10MW, suddiviso equamente nelle due dorsali, per un totale di 5MW di accumulo a dorsale.

Ogni dorsale confluirà alla cabina di raccolta e successivamente ad un trasformatore MT/AT, per un totale di 2 trasformatori MT/AT collocati in all'interno della sottostazione utente per la connessione alla RTN a 150 KV.

La sezione in alta tensione a 150 KV sarà composta da almeno 2 stalli di trasformazione e uno stallo di partenza linea in cavo, con apparati di misura e protezione (TV e TA). Ciascuno stallo trasformatore sarà comprensivo di interruttore, scaricatore di sovratensione, sezionatori e trasformatori di misura (TA e TV) per le protezioni, secondo quanto previsto dagli standard e dalle prescrizioni Terna.

L'energia prodotta alla tensione di 30 KV dall'impianto fotovoltaico sarà inviata agli stalli di trasformazione della sottostazione di Utenza. Qui verrà trasferita, previo innalzamento della tensione a 150 KV tramite trasformatore 30/150 kV, alle sbarre della sezione 150 kV della nuova stazione di Rete della RTN mediante un collegamento in cavo AT tra i terminali cavo della sottostazione d'Utenza e i terminali cavo del relativo stallo in stazione di rete.

Il collegamento alla nuova stazione RTN da realizzarsi in entra-esce sulla linea 380 KV "Rumianca-Villasor" permetterà di immettere l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico nella rete alta tensione RTN.

## 5. VALUTAZIONI SPECIFICHE SUL SITO

Il progetto valutato nella presente relazione, relativo alla realizzazione di una centrale fotovoltaica, non presenta all'interno del sito, nella programmazione urbanistica, o nelle vicinanze **aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere**.

Il solo ambiente in cui può prevedersi che possano stazionare saltuariamente delle persone per più di quattro ore sono le cabine servizi che, in ogni caso, sono non presidiate permanentemente essendo previsto un sistema di controllo remoto dell'impianto con intervento degli operatori interessati solamente per guasto o manutenzione, per cui la presenza per lunghi periodi di personale è improbabile.

In ogni caso, a maggior tutela, si sono posizionati le cabine servizi in modo da rispettare gli obiettivi di qualità, utilizzando per la valutazione della posizione le distanze di prima approssimazione, prendendo a riferimento le indicazioni e le valutazioni riportate nelle linee guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29.05.08. di ENEL Distribuzione S.p.A. ed effettuando alcune valutazioni numeriche, di seguito riportate.

Sulla base di quanto previsto dalla normativa su richiamata non risulterebbe necessario valutare con precisione le aree di cui alle distanze di prima approssimazione (non sono presenti all'interno del sito o nelle vicinanze **aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibito a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere**),

In ogni caso vale in particolare la considerazione che si tratta di un impianto di produzione di energia elettrica, che il personale in esso impegnato sarà ovviamente esposto a campi elettromagnetici per motivi professionali, per cui ai sensi del comma 2 dell'art. 1 del D.P.C.M. 08/07/2003 e s.m.i., i limiti di esposizione, stabiliti dal decreto insieme ai valori di attenzione e agli obiettivi di qualità, non sono applicabili. A maggior tutela e per dare comunque una classificazione dell'area, si sono ricavate delle zone di attenzione per similitudine alle Distanze di prima approssimazione, sia per le dorsali in cavo MT che per le cabine di trasformazione BT/MT terminali o dorsali, che per la cabina primaria MT/AT.

### 5.1 VALUTAZIONE MODULI FOTOVOLTAICI E CAVIDOTTI DC

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente e tensione continue e non in corrente alternata; per cui la generazione di campi variabili sui cavi di stringa e su quelli di parallelo è limitata ai soli transitori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell'inverter e durante l'accensione o lo spegnimento) e sono comunque di brevissima durata, i cui effetti possono essere considerati assolutamente trascurabili.

I moduli fotovoltaici previsti per il progetto in esame sono corredati dalle seguenti certificazioni:

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716, ISO 9001: Quality Management System, ISO 14001: Environmental Management System, ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification, OHSAS 18001: Occupation Health and Safety Management System

Le suddette norme impongono tutta una serie di prescrizioni stringenti per la costruzione dei moduli fotovoltaici con l'obiettivo di garantirne la sicurezza nel funzionamento da un punto di vista elettrico e meccanico; per le prove, intese a verificare la sicurezza e rilevare potenziali rotture di componenti interni ed esterni, per la qualifica e l'omologazione del tipo di moduli fotovoltaici destinati ad essere utilizzati all'aperto sulla terra per servizi di lunga durata in condizioni climatiche generali, contro gli effetti della corrosione, contro gli effetti della corrosione da ammoniaca.

Non sono comunque menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, poiché irrilevanti.

### 5.2 VALUTAZIONE INVERTER

Gli inverter sono macchine elettriche che utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Sono comunque costituite principalmente da componenti elettroniche ad alta frequenza.

Dobbiamo evidenziare che la normativa di prodotto vigente prevede che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, debbano essere testate per rispettare, tra le altre cose, dei limiti sui campi elettromagnetici emessi. Tali macchine, infatti, devono possedere le necessarie certificazioni che ne garantiscono sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne

l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica.

Gli inverter previsti nel progetto possiedono la certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica (EMC) CEI EN 50273 (CEI 95-9), CEI EN 55022 (CEI 110-5), CEI EN 55011 (CEI 110-6) CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65), CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10), CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31), CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28).

### 5.3 VALUTAZIONI LINEE INTERRATE MT

Come ricavabile dagli elaborati di progetto, le linee di trasferimento dell'energia saranno collocate in appositi cavidotti interrati entro corrugati o direttamente ed i trasformatori saranno posizionati nelle cabine elettriche realizzate secondo la normativa vigente. Le linee MT interrate saranno realizzate con cavo tripolare ad elica visibile, e poiché il DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto); linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree)

Dal momento che le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i., per valutare le fasce di rispetto, si è fatto riferimento alla pubblicazione di ENEL Distribuzione S.p.A. per le linee in cavo tripolare ad elica:

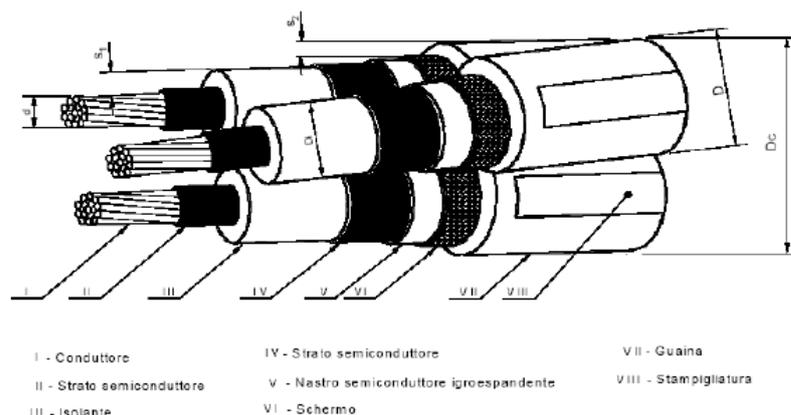


Fig. 2 – Linee in cavo tripolare ad elica (pubblicazione ENEL Distribuzione S.p.A.)

Per tutto il tracciato delle linee, essendo previsto che queste siano interrate ad una profondità di circa 1,00 m, la fascia di rispetto ricade totalmente al di sotto del piano di campagna.

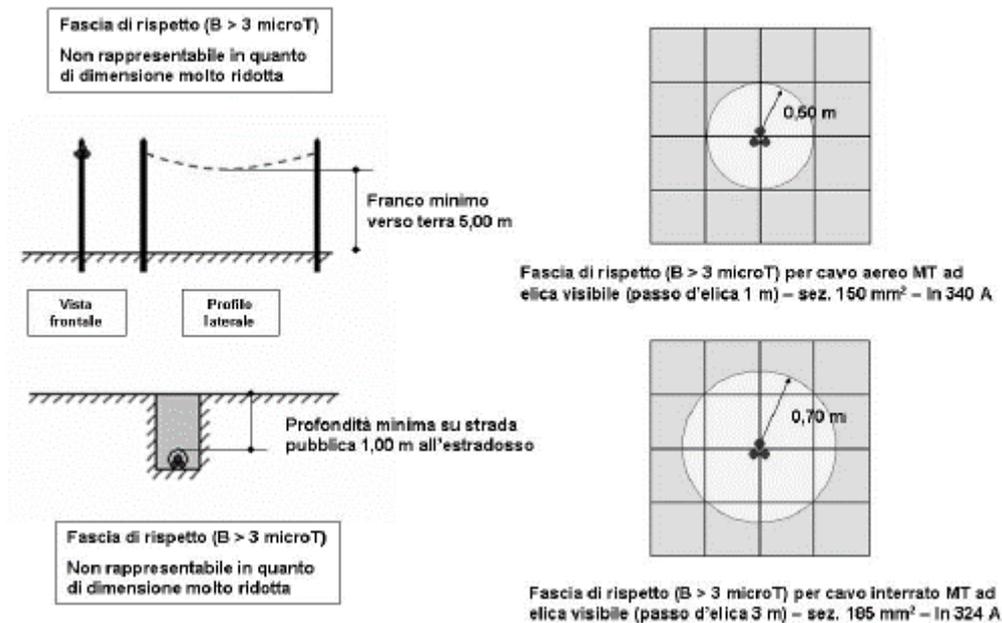


Fig. 3 – Fasce di rispetto (pubblicazione ENEL Distribuzione S.p.A.)

#### 5.4 VALUTAZIONI CABINE DI TRASFORMAZIONE BT/MT

Per quanto attiene invece alle cabine di trasformazione BT/MT, in cui l'energia generata viene trasformata in MT a 30kV, per valutare le fasce di rispetto ed avere un'indicazione sulla Dpa, è stato fatto riferimento al paragrafo § 5.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 e applicando la seguente relazione (rif. § 5.2.1):

$$Dpa = 0,40942 * \chi^{0,5241} * \sqrt{I}$$

in cui la Dpa, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina, si è calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in ingresso al trasformatore (in ampere) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (X in metri)

$$Dpa = 0,40942 * \chi^{0,5241} * \sqrt{I}$$

Applicando la relazione al caso in esame con trasformatore BT/MT da 5000 kVA – 30/0,8 kV per cui  $I_{nBT}=3613$  A, cavi BT ARG16R16 0,6/1kV di sezione  $5 \times (3 \times 1 \times 630) \text{mm}^2$ , diametro del cavo 43,1 mm, si ottiene, per i cavi in parallelo, approssimando per eccesso il diametro del cavo come triplo del diametro del singolo cavo:

$$Dpa = 0,40942 * \chi^{0,5241} * \sqrt{I} = 0,40942 * (3 * 0,0431)^{0,5241} * \sqrt{3613} = 8,42 \text{ m}$$

Si ottiene dunque, arrotondando al mezzo metro superiore come prescritto dal decreto, una DPA pari a 8,50 m, che potrebbe fissarsi senza alcun problema, in quanto non esistono o sono ipotizzabili nelle vicinanze aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibito a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

#### 5.5 VALUTAZIONI SOTTOSTAZIONE MT/AT

Anche in questo caso se volessimo determinare la Dpa utilizzando la stessa relazione, di cui sopra, per avere una indicazione si avrebbe, considerando la linea MT in arrivo al trasformatore (con  $I_{nMT}=964$  A)

**Impianto fotovoltaico "RISORSE SARDE" 94,99 MWp**  
**RISORSE SARDE S.R.L.**

---

realizzata con cavi unipolari di sezione 630 mm<sup>2</sup> di sezione del tipo ARP1H5E 26/45 kV, con diametro esterno massimo 62,7 mm, si ottiene, per i cavi in parallelo, approssimando per eccesso il diametro del cavo come triplo del diametro del singolo cavo:

$$Dpa = 0,40942 * X^{0,5241} * \sqrt{I} = 0,40942 * (2 * 0,0627)^{0,5241} * \sqrt{964} = 4,28 \text{ m}$$

Si ottiene dunque, arrotondando al mezzo metro superiore come prescritto dal decreto, una DPA pari a 4,5 m.

Se poi si volessero considerare le sbarre in uscita dal trasformatore, ipotizzando una distanza tra le sbarre di 3,20 m (asse-asse) si avrebbe:

$$Dpa = 0,40942 * X^{0,5241} * \sqrt{I} = 0,40942 * (3,2)^{0,5241} * \sqrt{193} = 10,46 \text{ m}$$

Si ottiene dunque, arrotondando al mezzo metro superiore come prescritto dal decreto, una DPA pari a 10,5 m.

Tenendo conto dell'area complessiva e delle necessità di avere comunque un'area di sicurezza intorno alle apparecchiature della cabina primaria AT, la fascia di rispetto cade ampiamente entro i limiti di tale area.

## 6. CONCLUSIONI

Sulla base della normativa in vigore e delle considerazioni sopra riportate, si determina come nell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto FV non sono evidenziabili delle aree in cui debbano individuarsi delle fasce di rispetto a causa della possibile e/o 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  $3 \mu\text{T}$ .

Occorre infine precisare che in riferimento alla protezione dei lavoratori, dalla tabella 2 all'Allegato XXXVI del D.Lgs. 81/08, si osserva che alla frequenza di 50 Hz il limite di azione (come definito art. 208 c.2 del D.Lgs. 81/08) dell'induzione magnetica è pari a  $500 \mu\text{T}$ , quindi, pari a cinque volte quello per la popolazione, pari a 50 volte il valore di attenzione e a circa 167 volte l'obiettivo di qualità.

Anche se ovviamente il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 si riferisce alla popolazione e non ai lavoratori la fissazione del limite di  $3 \mu\text{T}$  pone l'obiettivo di ridurre i rischi da esposizioni prolungate e quindi protegge dai cosiddetti effetti a lungo termine mentre il limite per la protezione dei lavoratori di  $500 \mu\text{T}$ , rappresenta un valore da non superare mai, per proteggere dagli effetti a breve termine.

Assumere, dunque quando sia possibile anche per il lavoratore che permangono per più di 4 ore in un luogo ove sono presenti sorgenti di campi magnetici, gli stessi limiti previsti per la popolazione, rappresenta una condizione conservativa e una maggiore tutela per i medesimi.

Per quanto riguarda il campo elettrico, che dipende essenzialmente dalla tensione e dalla distanza dal conduttore elettrico (diminuisce con il diminuire della tensione e con l'allontanarsi dalle corde conduttrici), in considerazione che da fonti di letteratura sotto una linea dell'alta tensione di 380 kV l'intensità del campo elettrico in prossimità del suolo raggiunge i 5KV/m, nel caso specifico operando con tensioni di alimentazioni di voltaggio inferiore è ragionevole ipotizzare che il limite di esposizione al campo elettrico sia comunque rispettato.

7. ALLEGATI: SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DI IMPIANTO

7.1 SCHEDA MODULO FV

www.jasolar.com  
Specifications subject to technical changes and tests.  
JA Solar reserves the right of final interpretation.

630W

605-630  
JAM72D42

LB  
Series

Remark: customized frame color and cable length available upon request

Cell	Mono-16BB
Weight	34.6kg
Dimensions	2465±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC), 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4,10-351/ MC4-EVO2A
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); 800mm(+)/800mm(-)(Leapfrog) Landscape: 1500mm(+)/1500mm(-)
Front Glass/Back Glass	2.0mm/2.0mm
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 496pcs/40HQ Container

### ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72D42 -605/LB	JAM72D42 -610/LB	JAM72D42 -615/LB	JAM72D42 -620/LB	JAM72D42 -625/LB	JAM72D42 -630/LB
Rated Maximum Power(P <sub>max</sub> ) [W]	605	610	615	620	625	630
Open Circuit Voltage(V <sub>oc</sub> ) [V]	51.47	51.67	51.87	52.07	52.27	52.47
Maximum Power Voltage(V <sub>mp</sub> ) [V]	42.91	43.11	43.31	43.51	43.71	43.90
Short Circuit Current(I <sub>sc</sub> ) [A]	14.96	15.01	15.06	15.11	15.16	15.21
Maximum Power Current(I <sub>mp</sub> ) [A]	14.10	14.15	14.20	14.25	14.30	14.35
Module Efficiency [%]	21.6	21.8	22.0	22.2	22.4	22.5
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of I <sub>sc</sub> (α <sub>Isc</sub> )	+0.046%/°C					
Temperature Coefficient of V <sub>oc</sub> (β <sub>Voc</sub> )	-0.260%/°C					
Temperature Coefficient of P <sub>max</sub> (γ <sub>Pmp</sub> )	-0.300%/°C					

STC Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, cell temperature 25°C, AM1.5G

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

### Superior Warranty

1% 1st-year Degradation  
0.4% Annual Degradation Over 30 years

• n-type Bifacial Double Glass Module Linear Performance Warranty  
 • Standard Module Linear Performance Warranty

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS WITH 10% SOLAR IRRADIATION RATIO

TYPE	JAM72D42 -605/LB	JAM72D42 -610/LB	JAM72D42 -615/LB	JAM72D42 -620/LB	JAM72D42 -625/LB	JAM72D42 -630/LB
Rated Max Power(P <sub>max</sub> ) [W]	653	659	664	670	675	680
Open Circuit Voltage(V <sub>oc</sub> ) [V]	51.47	51.67	51.87	52.07	52.27	52.47
Max Power Voltage(V <sub>mp</sub> ) [V]	42.91	43.11	43.31	43.51	43.71	43.90
Short Circuit Current(I <sub>sc</sub> ) [A]	16.16	16.21	16.26	16.32	16.37	16.43
Max Power Current(I <sub>mp</sub> ) [A]	15.23	15.28	15.34	15.39	15.44	15.50
Irradiation Ratio (rear/front)	10%					

\*For Nexttracker installations, maximum static load please take compatibility approve letter between JA Solar and Nexttracker for reference.  
\*\*Bifaciality=P<sub>max, rear</sub>/Rated P<sub>max, front</sub>

### OPERATING CONDITIONS

Maximum System Voltage	1500V DC
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Maximum Series Fuse Rating	30A
Maximum Static Load, Front*	5400Pa(112 lb/ft <sup>2</sup> )
Maximum Static Load, Back*	2400Pa(50 lb/ft <sup>2</sup> )
NOCT	45±2°C
Bifaciality**	80%±10%
Fire Performance	UL Type 29

### CHARACTERISTICS

Current-Voltage Curve JAM72D42-620/LB

Power-Voltage Curve JAM72D42-620/LB

Current-Voltage Curve JAM72D42-620/LB

R.06 Relazione campi elettromagnetici

Pag. 13 | 16

## 7.2 SCHEDA INVERTER

Designazione	SG250HX - V113
<b>Ingresso (CC)</b>	
Tensione fotovoltaica in ingresso max.	1500 V
Tensione fotovoltaica in ingresso min. / Tensione di avvio	500 V / 500 V
Tensione nominale in ingresso	1160 V
Intervallo tensione MPP	500 V - 1500 V
Intervallo di tensione MPP per potenza nominale	860 V - 1300 V
N. di MPPT	12
Numero max. stringhe fotovoltaiche per MPPT	2
Corrente max. in ingresso	30 A * 12
Corrente di cortocircuito max.	50 A * 12
<b>Uscita (CA)</b>	
Potenza CA massima in uscita alla rete	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @40 °C/200 kVA @50°C
Potenza CA nominale in uscita	225kW
Corrente CA max. in uscita	180.5 A
Tensione CA nominale	3 / PE, 800 V
Intervallo tensione CA	680 - 880V
Frequenza di rete nominale / Intervallo frequenza di rete	50 Hz / 45 - 55 Hz, 60 Hz / 55 - 65 Hz
Distorsione armonica totale (THD)	< 3 % (alla potenza nominale)
Iniezione di corrente CC	< 0.5 % In
Fattore di potenza alla potenza nominale / regolabile	> 0.99 / 0.8 in anticipo - 0.8 in ritardo
Fasi di immissione / fasi di connessione	3 / 3
<b>Efficienza</b>	
Efficienza max.	99,0 %
Efficienza europea	98,8 %
<b>Protezione</b>	
Protezione da collegamento inverso CC	Si
Protezione corto circuito CA	Si
Protezione da dispersione di corrente	Si
Monitoraggio della rete	Si
Monitoraggio dispersione verso terra	Si
Sezionatore CC	Si
Sezionatore CA	No
Monitoraggio corrente stringa fotovoltaica	Si
Funzione erogazione reattiva notturna	Si
Protezione anti-PID e PID-recovery	Si
Protezione sovratensione	CC Tipo II / CA Tipo II
<b>Dati Generali</b>	
Dimensioni (L x A x P)	1051 * 660 * 363 mm
Peso	99kg
Metodo di isolamento	Senza trasformatore
Grado di protezione	IP66
Consumo energetico notturno	< 2 W
Intervallo di temperature ambiente di funzionamento	da -30 a 60 °C
Intervallo umidità relativa consentita (senza condensa)	0 - 100 %
Metodo di raffreddamento	Raffreddamento ad aria forzata intelligente
Altitudine massima di funzionamento	5000 m (> 4000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+App
Comunicazione	RS485 / PLC
Tipo di collegamento CC	MC4-Evo2 (Max. 6 mm <sup>2</sup> , opzionale 10 mm <sup>2</sup> )
Tipo di collegamento CA	Terminali OT (Max. 300 mm <sup>2</sup> )
Conformità	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N, 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, CEI 0-16
Supporto rete	Funzione erogazione potenza reattiva notturna, LVRT, HVRT, controllo potenza attiva e reattiva oltre a controllo velocità rampa di potenza

7.3 SCHEDA CAVO UNIPOLARE 26/45 KV



NON PROPAGANTE  
LA FIAMMA  
FLAME RETARDANT

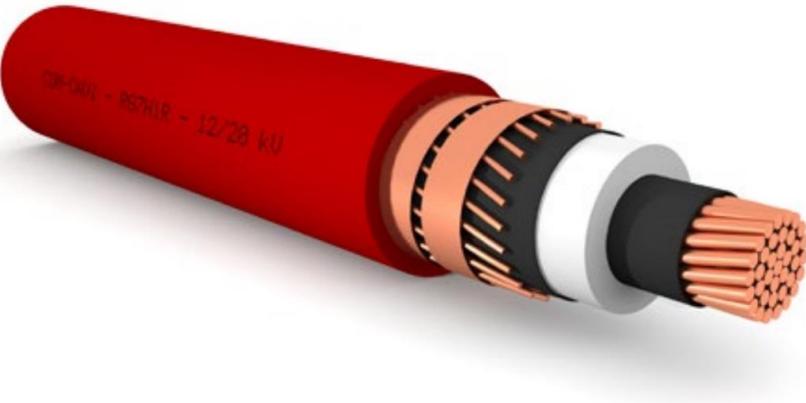


SENZA PIOMBO  
LEAD-FREE

## RG7HIR 1.8/3 kV - 26/45 kV

**MEDIA TENSIONE - SENZA PIOMBO**  
**MEDIUM VOLTAGE - LEAD-FREE**

RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE	
Costruzione e requisiti/Construction and specifications	IEC 60502 CEI 20-13
Misura delle scariche parziali/Measurement of partial discharges	CEI 20-16 IEC 60885-3
Propagazione fiamma/Flame propagation	CEI EN 60332-1-2



**DESCRIZIONE:**  
Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.

**CARATTERISTICHE FUNZIONALI:**

- Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo.
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm<sup>2</sup> di sezione del rame

**CONDIZIONI DI IMPIEGO:**  
Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

**DESCRIPTION:**  
Single-core cables, insulated with HEPR rubber of G7 quality, under PVC sheath.

**FUNCTIONAL CHARACTERISTICS**

- Nominal voltage U<sub>0</sub>/U: 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Maximum operating temperature: 90°C
- Min. operating temperature: -15°C (without mechanical shocks)
- Minimum installation temperature: 0°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C
- Recommended minimum bending radius: 12 times the cable diameter.
- Recommended maximum tensile stress: 60 N/mm<sup>2</sup> of the cross-section of the copper

**USE AND INSTALLATION**  
Suitable for energy transmission between transformer rooms and big power users. For laying on air, into tube or open pass. Can be laid underground, also if not protected, complying with art. 4.3.11 of CEI 11-17 standard.

**RG7H1R 26/45 kV**

**Caratteristiche tecniche/Technical characteristics**  
**U max: 52 kV**

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria In air		interato* buried*	
n° x mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 x 70	9,7	10,3	41,9	2150,0	280,0	315,0	255,0	260,0
1 x 95	11,4	10,3	43,8	2490,0	340,0	380,0	300,0	310,0
1 x 120	12,9	10,0	44,8	2735,0	395,0	440,0	355,0	365,0
1 x 150	14,3	9,5	45,1	3020,0	445,0	495,0	385,0	395,0
1 x 185	16,0	9,3	47,1	3395,0	510,0	570,0	440,0	450,0
1 x 240	18,3	9,3	49,2	4025,0	600,0	665,0	510,0	520,0
1 x 300	21,0	9,0	52,2	4725,0	695,0	760,0	570,0	580,0
1 x 400	23,2	9,0	54,8	5635,0	800,0	875,0	650,0	655,0
1 x 500	26,1	9,0	58,6	6825,0	930,0	1010,0	735,0	740,0
1 x 630	30,3	9,0	62,7	8260,0	1070,0	1180,0	835,0	845,0

\*Resistività termica del terreno 100°C cmW  
\* Ground thermal resistivity 100°C cmW

**Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics**

Formazione Size	Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz		Reattanza di fase Phase reactance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz
		Ω/Km		Ω/Km		
		a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat	
n° x mm <sup>2</sup>	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	µF/Km
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,15	0,21	0,15
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,14	0,20	0,16
1 x 120	0,153	0,196	0,196	0,14	0,20	0,18
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,13	0,19	0,20
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,13	0,19	0,21
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0972	0,12	0,18	0,23
1 x 300	0,0601	0,0797	0,0779	0,12	0,18	0,26
1 x 400	0,0470	0,0638	0,0616	0,11	0,17	0,28
1 x 500	0,0366	0,0517	0,0489	0,11	0,17	0,31
1 x 630	0,0283	0,0425	0,0389	0,10	0,16	0,34