

MARTE S.R.L.



Via degli Arredatori, 8 – 70026 Modugno (BA) – Italy
www.bfpgroup.net – info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361
Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

GRE CODE

GRE.EEC.R.21.IT.P.16703.00.077.02

PAGE

1 di/of 22

TITLE: Disciplinare Tecnico

AVAILABLE LANGUAGE: ITA

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI NULVI

Progetto definitivo

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

File: GRE.EEC.R.21.IT.P.16703.00.077.02 Disciplinare Tecnico.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
02	04/11/22	Revisione	LAPENNA BFP	MANCINI BFP	BISCOTTI BFP
01	12/09/22	Revisione	ZECCHILLO BFP	MIGLIONICO BFP	BISCOTTI BFP
00	29/07/22	Emissione	ZECCHILLO BFP	MIGLIONICO BFP	BISCOTTI BFP

GRE VALIDATION

--	--	--
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT

Nulvi

GRE CODE

GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION										
GRE	EEC	R	2	1	I	T	P	1	6	7	0	3	0	0	0	7	7	0	2

CLASSIFICATION

UTILIZATION SCOPE

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

INDICE

1. PREMESSA	4
2. DATI DI PROGETTO	4
3. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	5
3.1. <u>Caratteristiche generali della centrale fotovoltaica</u>	5
3.2. <u>Moduli fotovoltaici</u>	5
3.3. <u>Gruppo di conversione CC/CA (Inverter)</u>	8
3.4. <u>Layout impianto</u>	9
4. OPERE CIVILI	9
4.1. <u>Caratteristiche generali</u>	9
4.2. <u>Strutture portamoduli</u>	10
4.3. <u>Recinzione perimetrale</u>	10
4.4. <u>Strade di accesso e viabilità di servizio</u>	10
4.5. <u>Cavidotti</u>	11
5. OPERE DI ELETRIFICAZIONE.....	11
5.1. <u>Elettrodotti MT e BT</u>	11
5.2. <u>Scelta del tipo di cavi MT</u>	12
5.3. <u>Posa dei cavi MT</u>	12
5.4. <u>Scelta del tipo di cavi BT</u>	13
5.5. <u>Temperatura di posa</u>	13
5.6. <u>Segnalazione della presenza dei cavi</u>	13
5.7. <u>Prova di isolamento dei cavi MT</u>	13
5.8. <u>Impianti di sicurezza</u>	14
6. CABINE.....	14
6.1. <u>Cabine di trasformazione</u>	14
6.2. <u>Cabina utente</u>	15
6.3. <u>Cabina di consegna</u>	15
6.3.1. <u>Apparecchiature elettriche di manovra e di misura in media tensione</u>	16
6.3.2. <u>Impianti elettrici cabina di consegna</u>	16
6.3.3. <u>Impianto di terra cabina di consegna</u>	16
6.4. <u>Cabina di sezionamento</u>	17
6.4.1. <u>Apparecchiature elettriche di manovra e di misura in media tensione</u>	18
6.4.2. <u>Impianti elettrici cabina di sezionamento</u>	18
6.4.3. <u>Impianto di terra cabina di sezionamento</u>	19
7. SICUREZZA DELL'IMPIANTO	20
7.1. <u>Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto</u>	20
7.2. <u>Protezione da contatti accidentali lato c.c.</u>	20
7.3. <u>Protezione dalle fulminazioni</u>	20

7.4.	<u>Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto</u>	20
7.5.	<u>Impianto di messa a terra</u>	21
8.	CRITERI DI COSTRUZIONE	22
8.1.	<u>Esecuzione degli scavi</u>	22
8.2.	<u>Esecuzione di pozzetti e camerette</u>	22
8.3.	<u>Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni a MT</u>	22
8.4.	<u>Messa a terra dei rivestimenti metallici</u>	22

1. PREMESSA

Il presente Disciplinare Tecnico e Prestazionale degli Elementi Tecnici è relativo al progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica, proposto dalla società MARTE S.r.l..

Il progetto prevede, pertanto:

- la realizzazione dell'impianto fotovoltaico;
- la realizzazione del cavidotto MT di connessione alla cabina primaria esistente a Tergu (SS);
- la realizzazione di due cabine di consegna in prossimità dell'impianto fotovoltaico;
- la realizzazione di una cabina di sezionamento nel comune di Sedini (SS).

L'opera proposta non è permanente, ma l'autorizzazione unica regionale, così come gli elaborati progettuali specificano, obbligherà il proponente alla rimessa in ripristino dello stato dei luoghi a carico del soggetto esercente a seguito della dismissione dell'impianto (art. 12 comma 4 D.Lgs. 387/2003).

2. DATI DI PROGETTO

PERSONA FISICA/GIURIDICA	
Richiedente	MARTE S.r.l.
SITO	
Ubicazione	Nulvi (SS) loc. "Giuanne Elias" e "Piantasi"
Uso	Terreno agricolo – seminativo/pascolo
Dati catastali	Comune di Nulvi: particelle 84, 82, 146, 9 e 4 del foglio 5
Disponibilità di superficie per moduli	circa 15,4 Ha
Inclinazione superficie	pendenza
Fenomeni di ombreggiamento	Assenza di ombreggiamenti rilevanti
Dati relativi al vento	Circolare 4/7/1996
Carico neve	Circolare 4/7/1996
Condizioni ambientali speciali	NO
DATI TECNICI	
Potenza nominale dell'impianto	10,987 MWp
Range di tensione in corrente continua in ingresso al gruppo di conversione	<1500 V
Tensione in corrente alternata in uscita al gruppo di conversione	<1000 V
Tipo di intervento richiesto:	
- Nuovo impianto	SI
- Trasformazione	NO
- Ampliamento	NO
Dati del collegamento elettrico	
- Descrizione della rete di collegamento	MT neutro isolato
- Tensione nominale (Un)	Trasporto 15.000 V
- Vincoli della Società Distributrice da rispettare	Specifiche ENEL
Misura dell'energia	Contatore proprio e UTF sulla MT per la misura della produzione (eventualmente

	anche sulla BT)
Punto di Consegna	<p>AREA 1: cabina di consegna CC1 collegata alla cabina di sezionamento a sua volta collegata alla cabina primaria CP TERGU esistente (Codice Rintracciabilità e-distribuzione n. 313076378-1 del 11/03/2022).</p> <p>AREA 2: cabina di consegna CC2 collegata alla cabina di sezionamento a sua volta collegata alla cabina primaria CP TERGU esistente (Codice Rintracciabilità e-distribuzione n. 313076378-2 del 11/03/2022).</p>

3. CARATTERISCHE GENERALI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

3.1. Caratteristiche generali della centrale fotovoltaica

L'impianto sarà di tipo ad inseguimento solare monoassiale, ovvero con pannelli fotovoltaici posizionati su tracker.

L'ottimizzazione del numero di moduli e quindi delle stringhe installabili ha previsto l'installazione di 48 inverter di potenza nominale in c.a. pari a 200 kW.

L'impianto avrà una potenza installata pari a circa 10,987 MWp e una potenza in uscita lato AC pari a 9,566 MW. Si prevede di installare n. 20160 moduli fotovoltaici della potenza di 545 Wp le cui stringhe saranno formate da 28 moduli. Per il collegamento in parallelo degli inverter saranno utilizzati dei quadri all'interno delle cabine di trasformazione.

3.2. Moduli fotovoltaici

Il progetto del presente impianto prevede l'utilizzo di moduli fotovoltaici con struttura mobile ad inseguitore solare monoassiale. Questa tecnologia consente, attraverso la variazione dell'orientamento dei moduli, di mantenere la superficie captante sempre perpendicolare ai raggi solari, mediante l'utilizzo di un'apposita struttura che, ruotando sul suo asse Nord-Sud, ne consente la movimentazione giornaliera da Est a Ovest, coprendo un angolo sotteso tra $\pm 55^\circ$.

L'impianto fotovoltaico in oggetto sarà composto da 20160 moduli fotovoltaici, in stringhe da 28, di nuova generazione in silicio monocristallino di potenza nominale pari a 545 Wp.

Come riportato nell'allegato 1 del Decreto Ministeriale del 19 febbraio 2007 tutti i componenti dell'impianto, oltre ad essere provati e verificati in laboratori accreditati in conformità alle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17025, devono osservare le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0.85P_{nom} \cdot \frac{I}{I_{stc}}$$

$$P_{ca} > 0.9P_{cc}$$

(quest'ultima condizione deve essere verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata).

Dove:

P_{cc} = Potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} = Potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I = Irraggiamento in W / m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{stc} = $1000 W / m^2$, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

P_{ca} = Potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, con precisione migliore del $\pm 2\%$.

In particolare verranno adottati criteri di selezione dei moduli per garantire la migliore uniformità delle loro prestazioni elettriche e quindi ottimizzare il rendimento delle stringhe; verranno inoltre utilizzati componenti selezionati e cavi di sezioni adeguate a ridurre le perdite sul lato in corrente continua.

In generale verranno esaminate con i fornitori dei componenti tutte le caratteristiche dei componenti stessi che hanno impatto con il rendimento del sistema, verranno individuati tutti gli accorgimenti volti a migliorarlo e verranno adottate le misure conseguenti.

Va considerato poi un decremento nel tempo dell'efficienza dei moduli dovuta al degrado dei componenti o all'insorgere di problemi di laminazione.

Da consultazione di scheda tecnica del prodotto, si legge che il modulo scelto ha un'efficienza massima del 21,5% e un decremento di potenza minore del 2% nei primi due anni di vita utile e dello 0,45% nel periodo di vita utile dai 2 ai 30 anni.

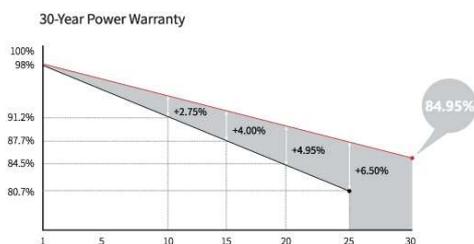
Di seguito si riporta la scheda tecnica del modulo.

Hi-MO 5

LR5-72HBD 525~550M

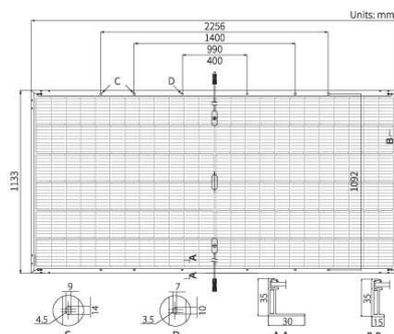
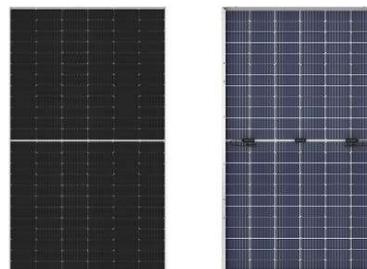
21.5% MAX MODULE EFFICIENCY	0~+5W POWER TOLERANCE	<2% FIRST YEAR POWER DEGRADATION	0.45% YEAR 2-30 POWER DEGRADATION	HALF-CELL Lower operating temperature
--	------------------------------------	--	--	---

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , positive 400mm / negative 200mm length can be customized
Glass	Dual glass, 2.0mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	32.3kg
Dimension	2256×1133×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC



Electrical Characteristics STC: AM1.5 1000W/m² 25°C Test uncertainty for Pmax: ±3%

	525	530	535	540	545	550
Power Class	525	530	535	540	545	550
Maximum Power (Pmax/W)	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.05	49.20	49.35	49.50	49.65	49.80
Short Circuit Current (Isc/A)	13.65	13.71	13.78	13.85	13.92	13.98
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.20	41.35	41.50	41.65	41.80	41.95
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.75	12.82	12.90	12.97	13.04	13.12
Module Efficiency(%)	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ +5 W
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	30A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 29
Bifaciality	70±5%

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.284%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C



Floor 19, Lujiazui Financial Plaza, Century Avenue
 826, Pudong Shanghai, China
 Tel: +86-21-80162606
 Web: en.longi-solar.com

Specifications included in this datasheet are subject to change without notice. LONGI reserves the right of final interpretation. (20210115-Draft)

3.3. Gruppo di conversione CC/CA (Inverter)

Gli inverter che saranno utilizzati sono inverter trifase di stringa del tipo SUN2000-215KTL-H0 dell'azienda costruttrice Huawei o similari di potenza massima in uscita pari a 200 kW di cui è riportata la scheda tecnica.

SUN2000-215KTL-H0
Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	99.00%
European Efficiency	98.80%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V – 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG – 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C – 60°C (-13°F – 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 – 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

Saranno utilizzati n. 48 inverter posizionati sul campo.

A tal proposito, si fa presente che l'inverter verrà scelto in funzione delle tecnologie disponibili sul mercato europeo al momento della costruzione, e quindi, poiché la tecnologia fotovoltaica

è in rapido sviluppo, si presume che dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione, tali tecnologie potrebbero cambiare; pertanto gli inverter che verranno presi in considerazione saranno ovviamente quelli di ultima generazione.

Dall'analisi effettuata risultano richieste le seguenti caratteristiche principali:

- conformità alle normative europee di sicurezza;
- disponibilità di informazione di allarme e di misura sul display integrato;
- funzionamento automatico, quindi semplicità d'uso e di installazione;
- sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico con la funzione MPPT integrata;
- elevato rendimento globale;
- massima sicurezza, con il trasformatore di isolamento a frequenza di rete incorporato;
- forma d'onda di uscita perfettamente sinusoidale;
- possibilità di monitoraggio, di controllo a distanza e di collegamento a PC per la raccolta e l'analisi dei dati.

L'inverter sarà certificato CE e munito di opportuna certificazione sia sui rendimenti che sulla compatibilità elettromagnetica.

3.4. Layout impianto

La struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà del tipo ad inseguitore solare monoassiale, ossia con pannelli fotovoltaici posizionati su strutture a tracker. Si tratta di una struttura a pali completamente adattabile alle dimensioni del pannello fotovoltaico, alle condizioni geotecniche del sito ed alla quantità di spazio di installazione disponibile.

Questa tecnologia consente, attraverso la variazione dell'orientamento dei moduli, di mantenere la superficie captante sempre perpendicolare ai raggi solari, mediante l'utilizzo di un'apposita struttura che, ruotando sul suo asse Nord-Sud, ne consente la movimentazione giornaliera da Est a Ovest, coprendo un angolo sotteso tra $\pm 55^\circ$.

La struttura di supporto sarà realizzata in acciaio da costruzione zincato a caldo e sarà progettata secondo gli Eurocodici.

L'area a disposizione per l'installazione dell'impianto permette l'installazione dei pannelli fotovoltaici realizzando un layout del generatore fotovoltaico che eviti l'ombreggiamento dei moduli tra file parallele e da parte di ostacoli perimetrici. La superficie disponibile e la struttura portamoduli permette di orientare i pannelli est-ovest, condizione che massimizza l'energia producibile.

Attraverso idonee linee interrato i moduli fotovoltaici si congiungeranno alla cabina di consegna e da qui alla cabina primaria.

4. OPERE CIVILI

4.1. Caratteristiche generali

Tutti i materiali dovranno possedere la marcatura CE, dove applicabile.

Il piano di imposta delle strutture di fondazione delle cabine sarà regolarizzato mediante uno strato di calcestruzzo magro, spesso almeno 15 cm, di resistenza caratteristica non inferiore a R_{ck} 15 N/mm².

4.2. Strutture portamoduli

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici sono realizzate assemblando profili metallici in acciaio zincato a caldo.

In fase esecutiva verrà svolta una campagna geologica per la caratterizzazione esatta del terreno di fondazione, completa di provini di terreno estratti dal terreno tramite carotatrice e verranno svolte alcune prove sismiche e MASW, necessarie per determinare la caratterizzazione sismica della zona e la stratigrafia del terreno. I dati geotecnici e i coefficienti caratterizzanti la tipologia di terreno studiata serviranno per effettuare il calcolo strutturale e le verifiche geotecniche, quindi per determinare la tipologia e la dimensione.

Il sistema di fissaggio al suolo sarà prevalentemente effettuato mediante fori nel suolo da riempire con calcestruzzo, in cui verrà annegato il palo; laddove le caratteristiche del suolo lo consentano (suoli non rocciosi), si propone l'utilizzo dell'infissione diretta dei pali. L'utilizzo della tecnologia più opportuna deve essere verificato in fase esecutiva, anche a seguito dello studio dei risultati dei sondaggi geognostici che, obbligatoriamente, dovranno essere eseguiti.

4.3. Recinzione perimetrale

L'area sarà dotata di recinzione in rete metallica e di un cancello carrabile, al fine di permettere l'accessibilità.

La recinzione sarà realizzata in rete a maglia metallica di altezza pari a 2,50 m compreso offendicolo; disterà dal suolo circa 3 cm, e sarà fissata al terreno con pali verticali di supporto, a sezione circolare, distanti gli uni dagli altri 3,5 m e dotati di plinti di fondazione; i pali angolari, e quelli centrali di ogni lato, saranno dotati, per un maggior sostegno della recinzione, ognuno di due pali tensori.

I pali di supporto devono essere realizzati in acciaio zincato a caldo, il cui diametro minimo sia di 2" e spessore di 3,25 mm, e saranno su fondazioni in calcestruzzo di dimensioni 300x300x400 mm per i pali e 400x400x500 per i controventi.

L'accesso ad ogni area sarà garantito attraverso un cancello a doppia anta a battente di larghezza pari a 5,05 m, idoneo al passaggio dei mezzi pesanti realizzato in acciaio e sorretto da pilastri in scatolare metallico.

4.4. Strade di accesso e viabilità di servizio

La circolazione dei mezzi all'interno dell'impianto fotovoltaico sarà garantita dalla presenza di una apposita viabilità interna da realizzarsi all'interno dell'area; la viabilità interna sarà costituita da strade di larghezza pari a 3,0 m. Per l'esecuzione dei nuovi tratti di viabilità interna sarà effettuato uno sbancamento di 20 cm, ed il successivo riempimento con un pacchetto stradale così formato:

- un primo strato, di spessore pari a 20 cm, realizzato con materiale granulato misto 0-70mm;
- un secondo strato, fuori terra, di spessore pari a 10 cm, realizzato con materiale granulato misto 0-30mm.

L'ubicazione della centrale fotovoltaica risulta ben servita dalla viabilità pubblica principale; è ubicato nelle vicinanze della SP17, adatta anche al transito dei mezzi pesanti. La Strada

Statale SS127 dista circa 8 km in direzione Sud, tramite la quale, proseguendo per la SS291, si può raggiungere l'aeroporto di Alghero (46 km).

Per l'accesso all'area di impianto si prevede l'adeguamento di strada privata esistente. Questa ha una larghezza di 5,0 m. Anche per l'esecuzione del tratto di viabilità di accesso sarà effettuato uno sbancamento di 20 cm, ed il successivo riempimento con lo stesso pacchetto stradale.

4.5. Cavidotti

Per la realizzazione dei cavidotti, saranno eseguiti scavi di profondità variabile e i cavi saranno posati tra i 0,70 m e 1,20 m dal piano campagna. Gli scavi avranno una larghezza variabile in funzione dei cavidotti da porre in opera. Si procederà quindi con:

- scavo a sezione ristretta;
- posizionamento allettamenti in sabbia di cava lavata;
- posa dei cavi MT a trifoglio, e tubi per i cavi di segnale;
- posa dei cavi BT direttamente interrati o in tubazione precedentemente predisposta;
- riempimento con sabbia di cava lavata;
- posa di uno o più nastri segnalatori;
- rinterro con materiale arido proveniente dagli scavi, opportunamente vagliato se necessario, preventivamente approvato dalla D.L.;
- eventuale ripristino della pavimentazione stradale nel caso di attraversamenti di strade asfaltate e brecciate.

I cavi direttamente interrati saranno protetti meccanicamente tramite lastre o tegoli.

Il rinterro dei cavidotti, a seguito della posa degli stessi, che deve avvenire su un letto di sabbia su fondo perfettamente spianato e privo di sassi e spuntoni di roccia, sarà eseguito per strati successivi di circa 20-30 cm accuratamente costipati. Lo strato terminale di riempimento degli scavi realizzati sulla pubblica viabilità, invece, sarà realizzato con il medesimo pacchetto stradale esistente, in modo da ripristinare la pavimentazione alla situazione originaria.

5. OPERE DI ELETTRIFICAZIONE

Tutti i materiali impiegati nella realizzazione dei lavori dovranno essere conformi alle prescrizioni indicate nella presente specifica tecnica, nelle norme CEI, alle dimensioni unificate secondo le tabelle UNEL e provvisti del marchio IMQ (quando ammessi al regime del marchio) e marchio CE. Essi dovranno essere nuovi di costruzione e dovranno inoltre essere scelti per qualità e provenienza di primarie case costruttrici e fra quanto di meglio il mercato sia in grado di fornire.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta delle apparecchiature in considerazione anche della continuità del servizio e della facilità di manutenzione.

5.1. Elettrodotti MT e BT

La potenza elettrica raccolta dall'area di produzione sarà trasferita in elettrodotto MT interrato al punto di consegna. L'impianto si conetterà con un cavidotto in media tensione a 15 kV tramite cabina di consegna, pertanto la rete elettrica a 15 kV sarà così composta:

- collegamenti tra le cabine di trasformazione e le cabine utente;
- collegamento tra le cabine utente e le cabine di consegna;
- collegamento fra le cabine di consegna e la cabina di sezionamento
- collegamenti tra la cabina di sezionamento e il punto di inserimento individuato nella cabina primaria AT/MT "CP TERGU".

5.2. Scelta del tipo di cavi MT

I cavi impiegati all'interno dell'area saranno del tipo unipolari **ARE4H5E¹ 12/20 kV** o similari con posa a "trifoglio" ad una profondità di circa 120 cm dal piano campagna, direttamente interrati e protetti con protezione meccanica tramite lastre o tegoli.

Il conduttore sarà in alluminio a corda rotonda compatta di alluminio e tra il conduttore e l'isolante in mescola in polietilene reticolato (qualità DIX8), sarà interposto uno strato di semiconduttore estruso. Tra l'isolante e lo schermo metallico invece sarà interposto uno strato di semiconduttore a mescola estrusa che, a sua volta sarà coperto da un rivestimento protettivo costituito da un nastro semiconduttore igroespandente. La schermatura sarà fatta mediante un nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale.

I cavi impiegati per la connessione tra la cabina utente e la cabina di consegna e tra quest'ultima e la cabina primaria saranno del tipo unipolari **ARE4H5EX 12/20 kV** o similari con posa ad elica visibile ad una profondità di circa 120 cm dal piano campagna e in tubo PVC.

La scelta dell'alluminio come materiale conduttore del cavo è stata determinata dalla più ampia reperibilità sul mercato e dal più basso costo, ma soprattutto da considerazioni di sicurezza tipicamente legate ad eventi locali. Infatti, l'esperienza in altri cantieri ha evidenziato l'improponibilità dell'utilizzo di cavi in rame a causa dei ripetuti furti e danneggiamenti subiti dai cavi in fase di posa che hanno reso estremamente difficoltoso il normale svolgimento della costruzione degli elettrodotti.

5.3. Posa dei cavi MT

All'interno del campo fotovoltaico i cavi di media tensione saranno direttamente interrati. Sarà prevista la posa all'interno del proprio scavo del tegolino o lastra di protezione tranne nei casi in cui sia necessaria una maggiore protezione meccanica, realizzata con tubazioni in PVC. I cavidotti esterni (collegamento della cabina di consegna con la cabina primaria a Tergu) saranno realizzati entro tubazioni interrate in polietilene di diametro esterno pari a 160 mm. Le tubazioni saranno a loro volta rinfiancate con sabbia (o terra vagliata) e lo scavo sarà riempito con terreno argilloso e materiale di risulta la parte restante (salvo diversa

¹ Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)

prescrizione dell'Ente Proprietario della strada). Il cavo direttamente interrato garantirà una maggiore portata a parità di sezione rispetto al caso di cavo in tubo.

L'impiego di pozzetti o camerette dovrà essere limitato ai casi di reale necessità, ad esempio per facilitare la posa dei cavi lungo un percorso tortuoso o per la ispezionabilità dei giunti.

5.4. Scelta del tipo di cavi BT

Per il collegamento tra i moduli fotovoltaici e tra i moduli e gli inverter di stringa saranno utilizzati cavi del tipo **H1Z2Z2-K** o similare², costituito da conduttore in rame stagnato, formazione flessibile, classe 5, isolati in mescola speciale reticolata HT-PVI (LS0H), guaina in mescola speciale reticolata HT-PVG (LS0H), conforme alle norme CEI EN 50618, CEI EN 60332-1-2, CEI EN 50525-1, CEI EN 61034-2, CEI EN 50289-4-17 (A), CEI EN 50396, CEI EN 60216-1/2, CEI EN 50575:2014+A1:2016; conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), classe di reazione al fuoco "Eca", tensione di esercizio 1,0/1,0 kV in c.a. e 1,5/1,5 kV in c.c., tensione massima di esercizio 1,8 kV in c.c..

Per il collegamento tra gli inverter e i trasformatori MT/BT, dovranno essere impiegati cavi del tipo **ARG16R16** o similare, di sezioni variabile.

Il suddetto cavo è costituito da conduttore in alluminio, corda rigida compatta, classe 2, isolati in Gomma di qualità G16, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche, riempitivo termoplastico penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari), guaina in PVC speciale di qualità R16, conforme alle norme CEI 20-13, IEC 60502-1, CEI UNEL 35318, EN 50575:2014+A1:2016, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), classe di reazione al fuoco "Cca-s3,d1,a3", tensione di esercizio 0,6/1 kV in c.a. e 1,5 kV in c.c., tensione massima di esercizio 1,2 kV in c.a. e 1,8 kV in c.c..

5.5. Temperatura di posa

Durante le operazioni di installazione la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venir piegati o raddrizzati, non deve essere inferiore a quanto specificato dal produttore del cavo.

5.6. Segnalazione della presenza dei cavi

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato sotto la pavimentazione un nastro di segnalazione in polietilene.

Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotta interrato posizionando l'opportuna segnaletica.

5.7. Prova di isolamento dei cavi MT

² Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)

Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a MT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le CEI 11-17. La tensione di prova dell'isolamento in corrente continua dovrà essere pari a quattro volte la tensione nominale stellata.

5.8. Impianti di sicurezza

Gli impianti di videosorveglianza ed antintrusione saranno installati lungo il perimetro dell'area della centrale fotovoltaica, garantendo la copertura totale dei confini delimitati dalla recinzione.

I dispositivi di videosorveglianza saranno scelti in fase esecutiva in funzione della tecnologia disponibile (telecamere fisse, dome, apparecchiatura di videoregistrazione, ecc.).

I dispositivi di antintrusione saranno scelti in fase esecutiva in funzione della tecnologia disponibile (contatti reed, barriere a infrarossi, sensori a microonde, ecc.).

Gli impianti suddetti verranno alimentati dai trasformatori dei servizi ausiliari presenti nelle cabine di conversione e trasformazione e nella cabina utente; gli interruttori di protezione di tali circuiti saranno installati in un quadro BT ubicati anch'essi nelle suddette cabine.

6. CABINE

6.1. Cabine di trasformazione

Le cabine di trasformazione saranno costituite da appositi container da 20", assemblati con trasformatori MT/BT, quadri di media tensione e quadri di bassa tensione. Le cabine saranno internamente suddivise nei seguenti tre vani:

- il vano quadri BT, in cui è alloggiato il trasformatore per i servizi ausiliari della cabina, i quadri per i servizi ausiliari e il quadro di parallelo inverter;
- il vano di trasformazione all'interno del quale è posizionato il trasformatore MT/BT che provvederà ad elevare la tensione a 15.000 V;
- il vano quadri di media tensione, in cui sono alloggiati i quadri elettrici di media tensione.

All'interno della cabina avverrà l'elevazione di tensione a 15.000 V in corrente alternata, così da poter convogliare l'energia prodotta dal campo fotovoltaico verso la rispettiva cabina di consegna per essere ceduta all'Ente distributore.

Per ulteriori dettagli tecnici si faccia riferimento agli elaborati grafici allegati.

Tutte le parti attive del generatore fotovoltaico saranno isolate da terra, mentre le masse metalliche saranno collegate all'impianto di terra di protezione; a protezione dei contatti indiretti, in ottemperanza alla norma CEI 64-8/4, l'impianto disporrà di un dispositivo di controllo dell'isolamento che indicherà il verificarsi del primo guasto a terra, interrompendo il circuito e quindi il servizio. La protezione contro i contatti diretti sarà assicurata mediante isolamento delle parti attive o con l'utilizzo di involucri e barriere; in ogni caso il contatto verrà impedito in modo totale. L'impianto sarà realizzato con grado di protezione complessivo IP65. La protezione contro i contatti indiretti nella sezione bassa tensione, in corrente alternata alla frequenza di rete, si attuerà mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione, soddisfacendo la prescrizione:

$R_t \times I_d \leq 50 \text{ V}$

Ove:

- R_t è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse
- I_d è la corrente di 1° guasto
- 50 V è il valore di tensione verso massa.

6.2. Cabina utente

All'interno del campo fotovoltaico in oggetto saranno presenti 2 cabine utente all'interno della quale saranno installati i seguenti dispositivi:

- cella arrivo e protezione linea dal campo fotovoltaico;
- protezione generale e protezione di interfaccia;
- cella misure fiscali;
- cella TV di sbarra per protezioni;
- cella uscita verso punto di consegna;
- Quadro Aux trafo.

Le singole celle saranno equipaggiate secondo quanto indicato nello schema unifilare, con i seguenti componenti:

- TV (trasformatori di tensione) per protezione e misura,
- TA (trasformatori di corrente) per protezione e misura,
- interruttori tripolari
- protezioni a microprocessore secondo le norme CEI 0-16 e requisiti del Distributore
- sezionatori tripolari (eventualmente con fusibili)
- sezionatori di terra
- spie di presenza tensione
- scaricatori di sovratensione
- morsetti per terminali cavi.

All'interno sarà presente un quadro elettrico BT, che fornirà la forza motrice e l'illuminazione al fabbricato.

6.3. Cabina di consegna

Per ognuna delle 2 aree di cui si compone l'impianto fotovoltaico sarà prevista una cabina per la consegna dell'energia prodotta. Ognuna delle cabine sarà conforme alla norma CEI 0-16 e alla specifica DG2061 ed09 "Standard box consegna cliente" con tetto a tegole e due falde.

Avrà dimensione esterna di 6,8 x 2,50 x 2,97 m (lung. x larg. x alt.) e si compone di due locali, in particolare:

- Vano consegna avente dimensione interna di 5,60x2,30x2,6 m (lung. x larg. x alt.);
- locale Misure avente dimensione interna di 0,90x2,30x2,6 m (lung. x larg. x alt.).

La cabina è un prefabbricato costituito da una struttura monolitica autoportante, completamente realizzata e rifinita nello stabilimento di produzione, ha una notevole rigidità strutturale ed è molto resistente agli agenti atmosferici.

La cabina è appoggiata su una vasca di fondazione, che a sua volta è posizionata su una platea di fondazione in c.a. realizzata in opera, quindi i lavori di installazione non comportano significativi cambiamenti dello stato dei luoghi date le modeste dimensioni del manufatto che ben si mimetizza con l'ambiente circostante.

La cabina sarà realizzata in modo tale da essere facilmente e costantemente accessibile ad e-distribuzione.

6.3.1. Apparecchiature elettriche di manovra e di misura in media tensione

Le apparecchiature elettriche sono di tipo prefabbricato con involucro metallico collegato a terra.

Gli scomparti da installare all'interno del vano di consegna della cabina sono:

1. Cabina di consegna 1
 - N.2 scomparti DY803 LE - Matr. 162325
2. Cabina di consegna 2
 - N.2 scomparti DY803 LE - Matr. 162325

Tutti i componenti sono dimensionati per reti con corrente di corto circuito pari a 16 kA.

Il quadro misure sarà del tipo a parete costruito in poliestere, contenente un contatore statico a quattro quadranti di classe B. Oltre al contatore, all'interno sarà montato un modem per linea telefonica o GSM, completo di alimentatore.

6.3.2. Impianti elettrici cabina di consegna

Il manufatto sarà conforme alle specifiche della normativa e-Distribuzione, l'armatura interna del fabbricato sarà totalmente collegata elettricamente per creare una gabbia di Faraday a protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica ed a limitazione delle tensioni di passo e contatto.

L'impianto elettrico, del tipo sfilabile, sarà realizzato con cavo unipolare di tipo antifiamma, con tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo e deve consentire la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina (SA, UP, ecc.). In particolare:

- n.1 quadri di bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari SA (DY 3016/3) che sarà installato nel rack (DY3005);
- n.4 lampade di illuminazione, installate una nel vano misure e tre nel vano consegna (DY3021); l'alimentazione di ognuna delle lampade di illuminazione è realizzata con due cavi unipolari di 2,5 mm², in tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo con interruttore bipolare IP>40;
- n.1 Telaio porta Quadri BT in acciaio zincato a caldo (spessore minimo 12μ);
- n.1 distanziatore per quadri BT (DS3055);
- un armadio rack - omologato e-distribuzione - del tipo a rastrelliera idoneo a contenere cassette da 19"(DY 3005).

Tutti i componenti dell'impianto saranno contrassegnati con un marchio attestante la conformità alle norme e l'intero impianto elettrico sarà corredato da dichiarazione di conformità come da DM 22 gennaio 2008, n.37.

6.3.3. Impianto di terra cabina di consegna

La maglia di terra afferente alla cabina di consegna rispetterà rigorosamente la normativa e le direttive di e-distribuzione, in particolare la norma CEI 99-3 e CEI 99-5 che dettano le

prescrizioni da seguire per realizzare un impianto di terra a regola d'arte, in modo da attenersi a quanto segue:

- Avere sufficiente resistenza meccanica ed alla corrosione;
- Essere in grado di sopportare da un punto di vista termico le correnti di guasto prevedibili;
- Evitare danni ai componenti elettrici;
- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni presenti sull'impianto di terra per effetto delle elevate correnti di guasto a terra.

L'impianto di dispersione per la messa a terra a servizio dell'impianto di consegna sarà realizzato mediante anello di rame nudo avente sezione pari a 35 mm², interrato alla profondità di almeno 60 cm dal piano di calpestio, integrato da n. 4 picchetti in acciaio di lunghezza 1.55 m, installati uno per ogni angolo in opportuni pozzetti prefabbricati.

Le giunzioni tra i conduttori costituenti la maglia di dispersione e tra questi ultimi e i conduttori di terra saranno realizzate mediante morsetti bifilari a compressione in rame (DM 1203).

Il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche sarà realizzato mediante capicorda a compressione diritti con attacco piatto (DR 1020).

L'efficienza di tale impianto verrà verificata attraverso apposita misura della resistenza di terra ed eventualmente delle tensioni di passo e di contatto.

Il collegamento interno-esterno della rete di terra sarà realizzato con n. 2 connettori in acciaio inox, annegati nel calcestruzzo e collegati all'armatura o con analogo sistema che abbia le stesse caratteristiche. L'armatura metallica delle strutture sarà collegata a terra per garantire l'equipotenzialità elettrica. I connettori saranno dotati di boccole filettate a tenuta stagna, per il collegamento della rete di terra, facenti filo con la superficie interna ed esterna della vasca.

L'impianto di dispersione, attraverso conduttori di terra, fa capo a collettori posti all'interno dei locali, attraverso i quali si effettua il collegamento a terra tutte le masse presenti nel locale, nonché tutti gli schermi dei cavi entrati ed uscenti, salvo diversa indicazione del Distributore.

In particolare devono essere collegate le masse delle seguenti apparecchiature:

- quadro MT;
- cassone del trasformatore MT/BT;
- rack apparecchiature BT;
- telaio per quadri BT;
- tutte le apparecchiature BT.

6.4. Cabina di sezionamento

La cabina di sezionamento sarà conforme alla norma CEI 0-16 e alla specifica DG2061 ed09 "Standard box distributore" con tetto a tegole e due falde. Avrà dimensione esterna di 5,73 x 2,55 x 2,97 m (lung. x larg. x alt.) e si compone di un unico locale avente dimensioni interne pari a 5,53x2,30x2,6 m (lung. x larg. x alt.).

La cabina è un prefabbricato costituito da una struttura monolitica autoportante, completamente realizzata e rifinita nello stabilimento di produzione, ha una notevole rigidità strutturale ed è molto resistente agli agenti atmosferici.

La cabina è appoggiata su una vasca di fondazione, che a sua volta è posizionata su una platea di fondazione in c.a. realizzata in opera, quindi i lavori di installazione non comportano significativi cambiamenti dello stato dei luoghi date le modeste dimensioni del manufatto che ben si mimetizza con l'ambiente circostante.

La cabina sarà realizzata in modo tale da essere facilmente e costantemente accessibile ad e-distribuzione.

6.4.1. Apparecchiature elettriche di manovra e di misura in media tensione

Le apparecchiature elettriche sono di tipo prefabbricato con involucro metallico collegato a terra.

All'interno della cabina di sezionamento MT intermedia D7102734951 "SEZ. FV MARTE" saranno installati due sezioni di sbarra con congiuntore in stato AP. Ogni sezione di sbarra sarà costituita da:

- n.3 scomparti DY803 LE - Matr. 162325.

I due scomparti saranno collegati tra di loro mediante cavo ARE4H5EX 3x1x240 mm².

Tutti i componenti sono dimensionati per reti con corrente di corto circuito pari a 16 kA.

6.4.2. Impianti elettrici cabina di sezionamento

Il manufatto sarà conforme alle specifiche della normativa e-Distribuzione, l'armatura interna del fabbricato sarà totalmente collegata elettricamente per creare una gabbia di Faraday a protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica ed a limitazione delle tensioni di passo e contatto.

L'impianto elettrico, del tipo sfilabile, sarà realizzato con cavo unipolare di tipo antifiama, con tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo e deve consentire la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina (SA, UP, ecc.). In particolare:

- n.1 quadri di bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari SA (DY 3016/3) che sarà installato nel rack (DY3005);
- n.4 lampade di illuminazione, installate una nel vano misure e tre nel vano consegna (DY3021);
- l'alimentazione di ognuna delle lampade di illuminazione è realizzata con due cavi unipolari di 2,5 mm², in tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo con interruttore bipolare IP>40;
- n.1 Telaio porta Quadri BT in acciaio zincato a caldo (spessore minimo 12μ);
- n.1 distanziatore per quadri BT (DS3055);
- un armadio rack - omologato e-distribuzione - del tipo a rastrelliera idoneo a contenere cassette da 19"(DY 3005).

Tutti i componenti dell'impianto saranno contrassegnati con un marchio attestante la conformità alle norme e l'intero impianto elettrico sarà corredato da dichiarazione di conformità come da DM 22 gennaio 2008, n.37.

6.4.3. Impianto di terra cabina di sezionamento

Particolare cura è stata posta nel progettare la maglia di terra afferente alla cabina di sezionamento, rispettando rigorosamente la normativa e le direttive di e-distribuzione, in particolare la norma CEI 99-3 e CEI 99-5 che dettano le prescrizioni da seguire per realizzare un impianto di terra a regola d'arte, in modo da attenersi a quanto segue:

- Avere sufficiente resistenza meccanica ed alla corrosione;
- Essere in grado di sopportare da un punto di vista termico le correnti di guasto prevedibili;
- Evitare danni ai componenti elettrici;
- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni presenti sull'impianto di terra per effetto delle elevate correnti di guasto a terra.

L'impianto di dispersione per la messa a terra a servizio dell'impianto di consegna sarà realizzato mediante anello di rame nudo avente sezione pari a 35 mm² (DG 1003), interrato alla profondità di almeno 60 cm dal piano di calpestio, integrato da n. 4 picchetti in acciaio di lunghezza 1.55 m (DR 1015), installati uno per ogni angolo in opportuni pozzetti prefabbricati.

Le giunzioni tra i conduttori costituenti la maglia di dispersione e tra questi ultimi e i conduttori di terra saranno realizzate mediante morsetti bifilari a compressione in rame (DM 1203).

Il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche sarà realizzato mediante capicorda a compressione diritti con attacco piatto (DR 1020).

L'efficienza di tale impianto verrà verificata attraverso apposita misura della resistenza di terra ed eventualmente delle tensioni di passo e di contatto.

Il collegamento interno-esterno della rete di terra sarà realizzato con n. 2 connettori in acciaio inox, annegati nel calcestruzzo e collegati all'armatura o con analogo sistema che abbia le stesse caratteristiche. L'armatura metallica delle strutture sarà collegata a terra per garantire l'equipotenzialità elettrica. I connettori saranno dotati di boccole filettate a tenuta stagna, per il collegamento della rete di terra, facenti filo con la superficie interna ed esterna della vasca.

L'impianto di dispersione, attraverso conduttori di terra, fa capo a collettori posti all'interno dei locali, attraverso i quali si effettua il collegamento a terra tutte le masse presenti nel locale, nonché tutti gli schermi dei cavi entrati ed uscenti, salvo diversa indicazione del Distributore.

In particolare devono essere collegate le masse delle seguenti apparecchiature:

- quadro MT;
- eventuale cassone del trasformatore MT/BT;
- rack apparecchiature BT;
- telaio per quadri BT;
- tutte le apparecchiature BT.

7. SICUREZZA DELL'IMPIANTO

7.1. Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto

Gli impianti FV sono realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di un determinato numero moduli FV, a loro volta realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di celle FV inglobate e sigillate in un unico pannello d'insieme. Pertanto gli impianti FV di qualsiasi dimensione conservano le caratteristiche elettriche della singola cella, semplicemente a livelli di tensione e correnti superiore, a seconda del numero di celle connesse in serie (per ottenere tensioni maggiori) oppure in parallelo (per ottenere correnti maggiori).

Negli impianti fotovoltaici la corrente di corto circuito dell'impianto non può superare la somma delle correnti di corto circuito delle singole stringhe.

Essendo le stringhe composte da una serie di generatori di corrente (i moduli fotovoltaici) la loro corrente di corto circuito è di poco superiore alla corrente nominale e questo conferisce una certa sicurezza intrinseca alle stringhe stesse.

7.2. Protezione da contatti accidentali lato c.c.

Le tensioni continue sono particolarmente pericolose per la vita. Il contatto accidentale con una tensione di oltre 500 V. c.c., valore certamente superato dalle stringhe, può avere conseguenze letali. Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico, lato corrente continua, è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantita dalla presenza del trasformatore MT/BT.

In tal modo affinché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa.

Per prevenire tale eventualità gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

7.3. Protezione dalle fulminazioni

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l'indice ceraunico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine. I moduli fotovoltaici sono insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza. Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni, i quadri di parallelo sottocampi sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi d'uscita.

In caso di sovratensioni i varistori collegano una od entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento degli inverter e l'emissione di un segnale d'allarme.

7.4. Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto

La limitazione delle correnti del campo fotovoltaico comporta analogha limitazione anche nelle correnti in uscita dagli inverter.

Eventi di corto circuito sul lato alternata dell'impianto sono tuttavia pericolosi perché possono provocare ritorni da rete di intensità non limitata.

A protezione sono presenti interruttori MT in SF6 con protezioni generali di massima corrente e protezioni contro i guasti a terra.

7.5. Impianto di messa a terra

All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra costituita da dispersori in corda di rame nudo della sezione minima di 35 mm², interrati ad una profondità di almeno 0,5 m. A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e la recinzione.

La maglia di terra afferente alle cabine, rispettando rigorosamente la normativa, in particolare la norma CEI 99-3 e CEI 99-5 che dettano le prescrizioni da seguire per realizzare un impianto di terra a regola d'arte, in modo da attenersi a quanto segue:

- Avere sufficiente resistenza meccanica ed alla corrosione;
- Essere in grado di sopportare da un punto di vista termico le correnti di guasto prevedibili;
- Evitare danni ai componenti elettrici;
- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni presenti sull'impianto di terra per effetto delle elevate correnti di guasto a terra.

L'impianto di dispersione per la messa a terra delle cabine di trasformazione e di quella relativa alla Control Room sarà realizzato mediante anello di rame nudo avente sezione pari a 50 mm², interrato alla profondità di almeno 70 cm dal piano di calpestio, integrato da n. 4 picchetti in acciaio di sezione minima 50 mm² a lunghezza 1,6 m, installati uno per ogni angolo in opportuni pozzetti prefabbricati. Per le cabine utente, di consegna e di sezionamento l'anello di rame nudo avrà sezione pari a 35 mm² interrato alla profondità di almeno 60 cm dal piano di calpestio e sarà integrato da n. 4 picchetti in acciaio di lunghezza 1.55 m installati uno per ogni angolo in opportuni pozzetti prefabbricati.

Le giunzioni tra i conduttori costituenti la maglia di dispersione e tra questi ultimi e i conduttori di terra saranno realizzate mediante morsetti a compressione in rame.

Il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche sarà realizzato mediante capicorda a compressione diritti, in rame stagnato con bullone in acciaio zincato.

L'efficienza di tale impianto verrà verificata attraverso apposita misura della resistenza di terra ed eventualmente delle tensioni di passo e di contatto.

L'armatura metallica delle strutture sarà collegata a terra per garantire l'equipotenzialità elettrica.

L'impianto di dispersione, attraverso conduttori di terra, fa capo a collettori posti all'interno dei locali, attraverso i quali si effettua il collegamento a terra tutte le masse presenti nel locale, nonché tutti gli schermi dei cavi entrati ed uscenti.

Tutti gli inserti metallici previsti saranno connessi elettricamente all'armatura del manufatto. L'impianto di terra dovrà essere conforme alle prescrizioni della norma CEI 99-3 e dimensionato sulla base della corrente di guasto a terra sulla rete MT di alimentazione e del tempo di eliminazione del guasto a terra da parte delle protezioni ENEL.

8. CRITERI DI COSTRUZIONE

8.1. Esecuzione degli scavi

Per i cavi interrati la Norma CEI 11-17 prescrive che le minime profondità di posa fra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo sono rispettivamente di:

- 0,5 m per cavi con tensione fino a 1000 V;
- 0,8 m per cavi con tensione superiore a 1000 V e fino a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 0,6 m);
- 1,2 m per cavi con tensione superiore a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 1,0 m).

In caso di attraversamenti sia longitudinali che trasversali di strade pubbliche con occupazione della carreggiata saranno rispettate le prescrizioni del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (D.P.R. 16.12.1992, n. 495, art. 66, comma 3) e, se emanate, le disposizioni dell'Ente proprietario della strada, pertanto la profondità minima misurata dal piano viabile di rotolamento non sarà inferiore a 1 m.

In base alle precedenti considerazioni, si giustificano le sezioni adottate per gli scavi, rappresentate nelle Tavole allegate. Le sezioni di scavo includono oltre ai cavi a MT, anche altre tubazioni opzionali per il passaggio di eventuali cavi a BT o di segnale che dovessero rendersi necessarie, su richiesta del Committente, per il monitoraggio e la corda di terra.

Canalizzazioni ad altezza ridotta su strada pubblica sono ammesse soltanto previo accordo con l'Ente proprietario della strada ed a seguito di comprovate necessità di eseguire incroci e/o parallelismi con altri servizi che non possano essere realizzati aumentando la profondità di posa dei cavi.

8.2. Esecuzione di pozzetti e camerette

Per la costruzione ed il dimensionamento di pozzetti e camerette occorre tenere presente che:

- si devono potere introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura.

8.3. Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni a MT

L'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi a MT deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della chiusura e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giunto o terminale;
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

8.4. Messa a terra dei rivestimenti metallici

Ai sensi della CEI 11-17, gli schermi dei cavi MT saranno sempre aterrati alle estremità di ogni linea e possibilmente in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.
