

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.16703.00.073.03

PAGE

1 di/of 21

TITLE: Calcoli preliminari degli impianti elettrici

AVAILABLE LANGUAGE: ITA

# IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI NULVI

## Progetto definitivo

### Calcolo Preliminare degli Impianti Elettrici

File: GRE.EEC.R.21.IT.P.16703.00.073.03 Calcoli preliminari degli impianti elettrici.docx

03	04/11/22	REVISIONE	Lapenna	Mancini	Biscotti
			BFP	BFP	BFP
02	07/10/22	REVISIONE	Lapenna	Mancini	Biscotti
			BFP	BFP	BFP
01	12/09/22	REVISIONE	Lapenna	Mancini	Biscotti
			BFP	BFP	BFP
00	22/07/22	EMISSIONE	Fanelli	Mancini	Biscotti
			BFP	BFP	BFP
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

#### GRE VALIDATION

Name (GRE)	Name (GRE)	Name (GRE)
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT  Nulvi	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCION	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	3	0

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. OGGETTO.....	3
2. DATI DI PROGETTO .....	3
3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI.....	4
4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	4
4.1 Configurazione dell'impianto .....	4
4.2 Moduli fotovoltaici .....	5
4.3 Gruppo di conversione CC/CA (Inverter di stringa) .....	6
4.4 Cabina di trasformazione.....	8
4.4.1 Impianti elettrici cabina di trasformazione .....	8
4.4.2 Impianto di terra cabina di trasformazione .....	8
4.5 Elettrodotti MT.....	9
4.6 Scelta del tipo di posa dei cavi MT .....	9
4.7 Scelta del tipo di cavi MT.....	9
4.8 Scelta del tipo di cavi BT .....	12
4.9 Temperatura di posa .....	12
4.10 Segnalazione della presenza dei cavi .....	13
4.11 Prova di isolamento dei cavi MT .....	13
4.12 Impianti di sicurezza.....	13
4.13 Cabina utente .....	13
4.13.1 Impianti elettrici cabina utente .....	13
4.13.2 Impianto di terra cabina utente.....	14
4.14 Cabina Control Room .....	15
4.14.1 Impianti elettrici cabina control room.....	15
4.14.2 Impianto di terra cabina control room.....	15
5. CABINA DI CONSEGNA .....	16
5.1 Apparecchiature elettriche di manovra e di misura in media tensione.....	16
5.2 Impianti elettrici .....	16
5.3 Impianto di terra.....	17
6. CABINA DI SEZIONAMENTO .....	17
6.1 Apparecchiature elettriche di manovra e di misura in media tensione.....	17
6.2 Impianti elettrici .....	18
6.3 Impianto di terra.....	18
7. SICUREZZA ELETTRICA DELL'IMPIANTO.....	19
7.1 Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto .....	19
7.2 Protezione da contatti accidentali lato c.c. ....	19
7.3 Protezione dalle fulminazioni.....	19
7.4 Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto .....	19
7.5 Impianto di messa a terra .....	19
8. CRITERI DI COSTRUZIONE.....	20
8.1 Esecuzione degli scavi.....	20
8.2 Esecuzione di pozzetti e camerette .....	20
8.3 Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni a MT .....	20
8.4 Messa a terra dei rivestimenti metallici .....	20
9. ALLEGATO – CALCOLI ELETTRICI BT.....	21

## 1. OGGETTO

Nell'area in oggetto si propone un progetto agro-energetico. Le scelte progettuali hanno tenuto conto degli attuali indirizzi produttivi di tutto il territorio circostante, della professionalità degli imprenditori della zona, delle manifestazioni d'interesse da parte di imprese agricole della zona ad occuparsi delle attività agricole (coltivazione degli erbai permanenti).

L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto agri-fotovoltaico porterà ad una piena riqualificazione dell'area.

Nella scelta delle colture che è possibile praticare, si è avuta cura di considerare quelle che svolgono il loro ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile-estivo, in modo da ridurre il più possibile eventuali danni da ombreggiamento, impiegando sempre delle essenze comunemente coltivate in Sardegna.

Il presente documento descrive tecnicamente la centrale di conversione dell'energia solare in energia elettrica tramite tecnologia fotovoltaica da realizzarsi nel Comune di Nulvi (SS) e delle relative opere e infrastrutture connesse e necessarie.

L'impianto è costituito da due sezioni per una potenza complessiva nominale DC pari a circa 10,987 MWp e una potenza complessiva AC, ai fini della connessione, pari a 9,566 MW (Codice Rintracciabilità e-distribuzione n. 313076378 del 11/03/2022); la prima sezione è costituita da un impianto di potenza nominale DC pari a circa 6,913 MWp e potenza AC, ai fini della connessione, pari a 5,800 MW ("Area n.1"). La seconda sezione è costituita da un impianto di potenza nominale DC pari a circa 4,074 MWp e potenza AC, ai fini della connessione, pari a 3,766 MW ("Area n.2"). Le due sezioni si collegheranno attraverso le rispettive cabine di consegna ad una nuova cabina di sezionamento e da questa alla cabina primaria esistente denominata "CP TERGU".

Tutti i calcoli di seguito riportati e la relativa scelta di materiali, sezioni e dimensioni andranno verificati in sede di progettazione esecutiva e potranno pertanto subire variazioni anche sostanziali per mantenere i necessari livelli di sicurezza.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

## 2. DATI DI PROGETTO

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

<p>Dati del collegamento elettrico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrizione della rete di collegamento</li> <li>- Tensione nominale (Un)</li> <li>- Vincoli della Società Distributrice da rispettare</li> </ul>	<p>MT neutro isolato</p> <p>Trasporto 15.000 V</p> <p>Normativa E-DISTRIBUZIONE</p>
<p>Misura dell'energia</p>	<p>Contatore proprio e UTF sulla MT per la misura della produzione (eventualmente anche sulla BT)</p>
<p>Punto di Consegna</p>	<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. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Nella redazione del presente progetto sono state e dovranno essere osservate anche in fase di esecuzione dei lavori di installazione, le disposizioni di legge vigenti in materia e le norme tecniche del CEI. In particolare, si richiamano le seguenti Norme e disposizioni di legge:

- norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale (in particolare CEI 64-8, CEI 99-3, CEI 81-10);
- norma CEI 0-16;
- norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici (in particolare CEI EN 60904, 61215)
- conformità al marchio CE per tutti gli apparati di bassa tensione;
- UNI 10349 per il dimensionamento del generatore fotovoltaico;
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici e per le opere civili.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- il D. Lgs 81/2008 "Testo Unico della sicurezza" e s.m.i.
- il D.M. 37/2008 e s.m.i per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- norma CEI 99-3 per le sezioni MT ed AT e per il collegamento alla rete pubblica, la CEI EN 61727 e le disposizioni del documento Terna "Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN" per il collegamento alla rete ad alta tensione di Terna S.p.A.;
- norme CEI EN 61724 per la misura e acquisizione dati;
- norme CEI 82-1; CEI 82-25 per i sistemi fotovoltaici;

Dovranno essere inoltre rispettate tutte le leggi in materia fiscale ed in materia di edilizia e realizzazione di strutture.

### 4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

#### 4.1 Configurazione dell'impianto

L'impianto sarà di tipo ad inseguimento monoassiale, ovvero con pannelli fotovoltaici posizionati su tracker infissi nel terreno. La superficie occupata dall'impianto si svilupperà su due aree; l'impianto prevede l'installazione di n. 48 inverter, ciascuno di potenza da 200 kW settati in modo che la potenza AC in uscita non superi il valore autorizzato.

**4.2 Moduli fotovoltaici**

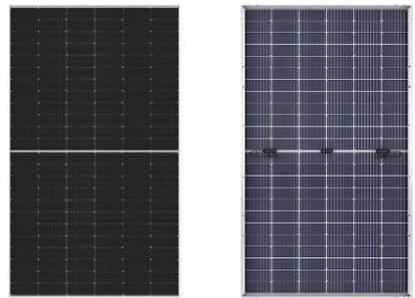
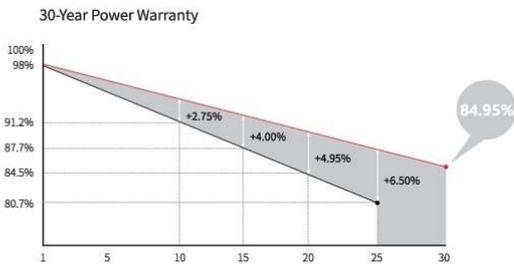
I moduli fotovoltaici che saranno installati avranno una potenza nominale di 545 W con caratteristiche simili a quelle riportate nella seguente specifica tecnica:

**Hi-MO 5**

**LR5-72HBD 525~550M**

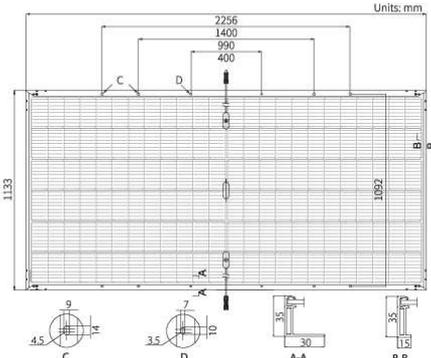
<b>21.5%</b> MAX MODULE EFFICIENCY	<b>0~+5W</b> POWER TOLERANCE	<b>&lt;2%</b> FIRST YEAR POWER DEGRADATION	<b>0.45%</b> YEAR 2-30 POWER DEGRADATION	<b>HALF-CELL</b> Lower operating temperature
--	------------------------------------	--	--	---

**Additional Value**



**Mechanical Parameters**

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm <sup>2</sup> , 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/m <sup>2</sup> 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)

Figura 1 - Scheda tecnica modulo fotovoltaico – LONGI Hi-MO LR5-72HBD – 545W

### 4.3 Gruppo di conversione CC/CA (Inverter di stringa)

Gli inverter che saranno utilizzati sono inverter di stringa trifase del tipo SUN2000-215KTL-H0 dell'azienda costruttrice Huawei o similari di potenza massima in uscita pari a 200 kW, con tensione nominale in uscita di 800 V, di cui è riportata di seguito la scheda tecnica. 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 (interfaccia seriale RS485).

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

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

Figura 2- Scheda tecnica Inverter di stringa – Huawei SUN200-215KTL-H0

#### 4.4 Cabina 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.

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 minimo. 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.

##### 4.4.1 Impianti elettrici cabina di trasformazione

L'impianto elettrico, del tipo sfilabile, sarà realizzato con cavo unipolare<sup>1</sup> di tipo antifiama, con tubo in materiale isolante e deve consentire la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina. In particolare:

- n.1 quadro di bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- lampade di illuminazione;
- l'alimentazione di ognuna delle lampade di illuminazione è realizzata con cavi unipolari o multipolari di sezione idonea;
- prese a spina alimentate due cavi unipolari o multipolari di sezione idonea.

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.

##### 4.4.2 Impianto di terra cabina di trasformazione

Particolare cura è stata posta nel progettare la maglia di terra afferente alla cabina di trasformazione, 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;

---

<sup>1</sup> 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**)

- 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 sarà realizzato mediante anello di rame nudo avente sezione pari a 50 mm<sup>2</sup>, interrato alla profondità di almeno 80 cm dal piano di calpestio, integrato da n. 4 picchetti in acciaio di sezione minima 50 mm<sup>2</sup> a lunghezza 1,6 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.

Il collegamento interno-esterno della rete di terra sarà realizzato con connettori in acciaio inox.

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.

#### 4.5 Elettrodotti MT

Secondo quanto previsto dalla soluzione tecnica proposta da e-distribuzione, l'area 1 si conetterà tramite la cabina di consegna CC1 collegata alla cabina di sezionamento che a sua volta sarà collegata alla cabina primaria esistente CP Tergu (Codice Rintracciabilità e-distribuzione n. 313076378-1 del 11/03/2022); analogamente l'area 2 si conetterà tramite la cabina di consegna CC2 collegata alla stessa cabina di sezionamento che a sua volta sarà collegata alla cabina primaria esistente CP Tergu (Codice Rintracciabilità e-distribuzione n. 313076378-2 del 11/03/2022).

Pertanto la rete elettrica a 15 kV sarà composta delle seguenti sezioni fondamentali:

- collegamento tra le cabine di trasformazione e le rispettive cabine utente;
- collegamento tra le cabine utente e le rispettive cabine di consegna;
- collegamento della cabina di consegna CC1 dell'area 1" e della cabina di consegna CC2 dell'area 2" alla cabina di sezionamento e da quest'ultima alla cabina primaria esistente CP Tergu. Per questi collegamenti saranno impiegate terne di cavi disposti ad elica cordata, tipo ARE4H5EX 12/20 kV o similare di sezione pari a 240 mm<sup>2</sup>.

#### 4.6 Scelta del tipo di posa dei cavi MT

All'interno del campo fotovoltaico sia i cavi di media che quelli di bassa tensione saranno posati all'interno di tubi corrugati in PVC. I cavidotti esterni (collegamento delle cabine di consegna con la cabina di sezionamento e da quest'ultima alla cabina primaria esistente CP Tergu) saranno realizzate 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 prescrizione dell'Ente Proprietario della strada).

#### 4.7 Scelta del tipo di cavi MT

Dovranno essere impiegate terne di cavi disposti a trifoglio, tipo **ARE4H5E<sup>2</sup> 12/20 kV** o similare di sezioni pari a 95 mm<sup>2</sup>, per il collegamento tra le cabine di trasformazione le cabine utente.

Il conduttore sarà in alluminio a corda rotonda compatta di alluminio e tra il conduttore e l'isolante in

---

<sup>2</sup> 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**)

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.

Per quanto riguarda invece il collegamento tra le cabine utente e le cabine di consegna, tra queste e la cabina di sezionamento e fra quest'ultima e la cabina primaria CP TERGU, saranno impiegate terne di cavi disposti ad elica cordata, tipo **ARE4H5EX 12/20 kV** o similare di sezioni pari a 185 mm<sup>2</sup> (per il collegamento tra le cabine utente e le cabine di consegna) e 240 mm<sup>2</sup> (per il collegamento tra le cabine di consegna e la cabina di sezionamento e fra quest'ultima e la cabina primaria CP TERGU).

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 suddetti sono definiti a campo radiale in quanto, essendo ciascuna anima rivestita da uno schermo metallico, le linee di forza elettriche risultano perpendicolari agli strati dell'isolante.

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.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando:

- le correnti di impiego determinate dalla potenza nominale che i moduli FV e gli inverter di stringa riescono a produrre;
- le portate dei cavi per la tipologia di posa (norma CEI 20-21);
- il contenimento delle perdite di linea.

Nella Tabella più avanti sono riportati i risultati della scelta delle sezioni e la portata dei cavi MT per la posa interrata.

I coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a 2,0°K m/W;
- temperatura terreno pari a 25° C (CEI 20-21 A.3);
- fattori di riduzione quando nello scavo sono presenti condutture affiancate;
- condizioni di posa con la situazione termica più critica.

La scelta della sezione è stata effettuata considerando che il cavo deve avere una portata  $I_z$  uguale o superiore alla corrente di impiego  $I_b$  del circuito.

MARTE S.R.L.



Via degli Arredatori, 8 – 70026 Modugno (BA) – Italy  
[www.bfpgroup.net](http://www.bfpgroup.net) – [info@bfpgroup.net](mailto: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.16703.00.073.03**

PAGE

11 di/of 21

Informazioni di Linea				Parametri Elettrici				Cavo: tipologia e portata										Caduta di Tensione						
Area	Nome Linea	Origine Linea	Arrivo Linea	Lunghezza (m)	S (kVA)	g	U (V)	I (A)	Sezione (mm <sup>2</sup> )	N. Cond	Caratteristiche del cavo				Tipo di Installazione	Formazione del cavo	I <sub>z</sub> (A)	K <sub>1</sub> (T <sub>mp</sub> )	K <sub>2</sub> (Group)	K <sub>3</sub> (Depth)	K <sub>4</sub> (T <sub>h R</sub> )	I <sub>z</sub> (A)	ΔV (%)	
1.3	L11.3TC4TC5	TC4	TC5	157	1.400	1,00	15.000	53,9	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1cx95 mm <sup>2</sup>	224,7	0,960	0,83	0,964	0,890	153,6	0,044%
	L14.3TC5CU1	TC5	CU1	254	2.800	1,00	15.000	107,8	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1cx95 mm <sup>2</sup>	224,7	0,960	0,83	0,964	0,890	153,6	0,138%
	L14.2TC3CU1	TC3	CU1	73	600	1,00	15.000	23,1	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1cx95 mm <sup>2</sup>	224,7	0,960	0,83	0,964	0,890	153,6	0,009%
	L14.1TC2TC1	TC2	TC1	171	1.200	1,00	15.000	46,2	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1cx95 mm <sup>2</sup>	224,7	0,960	0,83	0,964	0,890	153,6	0,042%
	L14.1TC1CU1	TC1	CU1	95	2.400	1,00	15.000	92,4	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1cx95 mm <sup>2</sup>	224,7	0,960	0,83	0,964	0,890	153,6	0,045%
2	L2TC3TC2	TC3	TC2	110	1.200	1,00	15.000	46,2	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1cx95 mm <sup>2</sup>	224,7	0,960	0,83	0,964	0,890	153,6	0,027%
	L2TC2TC1	TC2	TC1	169	2.400	1,00	15.000	92,4	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1cx95 mm <sup>2</sup>	224,7	0,960	0,83	0,964	0,890	153,6	0,080%
	L2TC1CU2	TC1	CU2	144	3.766	1,00	15.000	145,0	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1cx95 mm <sup>2</sup>	224,7	0,960	0,83	0,964	0,890	153,6	0,101%

#### 4.8 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 similare<sup>3</sup>, 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 di stringa e le cabine di trasformazione, dovranno essere impiegati cavi del tipo **ARG16R16** o similare<sup>3</sup> di sezione pari a 185 mm<sup>2</sup> e 240 mm<sup>2</sup>.

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..

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.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando:

- le correnti di impiego determinate dalla potenza nominale che i moduli FV riescono a produrre e gli inverter a convertire;
- le portate dei cavi per la tipologia di posa (norma CEI 20-21);
- il contenimento delle perdite di linea.

In allegato alla presente relazione sono riportati i risultati della scelta delle sezioni e la portata dei cavi BT per la posa in tubo interrato.

I coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a 2,0°K m/W (valore ricavato dalle prove effettuate sul sito);
- temperatura terreno pari a 25° C (CEI 20-21 A.3);
- fattori di riduzione quando nello scavo sono presenti condutture affiancate;
- condizioni di posa con la situazione termica più critica.

La scelta della sezione dei cavi è stata effettuata considerando le seguenti equazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I<sub>b</sub> = Corrente d'impiego del circuito in condizioni ordinarie

I<sub>n</sub> = Corrente nominale del dispositivo di protezione

I<sub>z</sub> = Portata della conduttura

I<sub>f</sub> = Corrente convenzionale d'intervento del dispositivo di protezione

#### 4.9 Temperatura di posa

Durante le operazioni di installazione la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il

<sup>3</sup> 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**)

tempo in cui essi possono venir piegati o raddrizzati, non deve essere inferiore a quanto specificato dal produttore del cavo.

#### **4.10 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'elettrodotto interrato posizionando l'opportuna segnaletica.

#### **4.11 Prova di isolamento dei cavi MT**

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.

#### **4.12 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 dallo scomparto dedicato ai servizi ausiliari presente nelle cabine utente.

#### **4.13 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.

##### **4.13.1 Impianti elettrici cabina utente**

L'impianto elettrico, del tipo sfilabile, sarà realizzato con cavo unipolare<sup>4</sup> di tipo antifiamma, con tubo in

<sup>4</sup> Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere

materiale isolante incorporato nel calcestruzzo e deve consentire la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina. In particolare:

- n.1 quadro di bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- lampade di illuminazione;
- l'alimentazione di ognuna delle lampade di illuminazione è realizzata con due cavi unipolari di 2,5 mm<sup>2</sup>, in tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo con interruttore bipolare IP>40;
- prese a spina alimentate due cavi unipolari di 2,5 mm<sup>2</sup>, in tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo.

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.

#### **4.13.2 Impianto di terra cabina utente**

Particolare cura è stata posta nel progettare la maglia di terra afferente alla cabina utente, 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 sarà realizzato mediante anello di rame nudo avente sezione pari a 35 mm<sup>2</sup>, interrato alla profondità di almeno 60 cm dal piano di calpestio, integrato da n. 4 picchetti in acciaio di sezione minima 50 mm<sup>2</sup> a lunghezza 1,6 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.

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.

Tutti gli inserti metallici previsti saranno connessi elettricamente all'armatura del manufatto.

#### 4.14 Cabina Control Room

All'interno delle aree di impianto saranno presenti due cabine di controllo (una per ogni sezione d'impianto), costituite da appositi container da 20", all'interno delle quali saranno installati i seguenti dispositivi:

- Workstation
- Armadio rack per il monitoraggio
- Quadro elettrico BT

Il quadro elettrico BT di ciascuna Control Room, che fornirà la forza motrice e l'illuminazione al fabbricato, sarà alimentato dai servizi ausiliari della cabina utente più prossima.

##### 4.14.1 Impianti elettrici cabina control room

L'impianto elettrico, del tipo sfilabile, sarà realizzato con cavo unipolare<sup>5</sup> di tipo antifiamma, con tubo in materiale isolante e deve consentire la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina. In particolare:

- n.1 quadro di bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- lampade di illuminazione;
- l'alimentazione di ognuna delle lampade di illuminazione è realizzata con cavi unipolari o multipolari di sezione idonea;
- prese a spina alimentate due cavi unipolari o multipolari di sezione idonea.

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.

##### 4.14.2 Impianto di terra cabina control room

Particolare cura è stata posta nel progettare la maglia di terra afferente alla cabina di trasformazione, 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 sarà realizzato mediante anello di rame nudo avente sezione pari a 50 mm<sup>2</sup>, interrato alla profondità di almeno 80 cm dal piano di calpestio, integrato da n. 4 picchetti in acciaio di sezione minima 50 mm<sup>2</sup> a lunghezza 1,6 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.

Il collegamento interno-esterno della rete di terra sarà realizzato con connettori in acciaio inox.

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

---

<sup>5</sup> 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**)

schermi dei cavi entrati ed uscenti.

Tutti gli inserti metallici previsti saranno connessi elettricamente all'armatura del manufatto.

## 5. CABINA DI CONSEGNA

Per ogni area di cui si compone l'impianto fotovoltaico sarà prevista una cabina per la consegna dell'energia prodotta. Ognuna delle cabine (cabina D7102734856 FV MARTE 1 e cabina D7102734857 FV MARTE 2) 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.

### 5.1 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 sono:

1. Cabina di consegna D7102734856 FV MARTE 1
  - N.2 scomparti DY803 LE - Matr. 162325
2. Cabina di consegna D7102734857 FV MARTE 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.

### 5.2 Impianti elettrici

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 mm<sup>2</sup>, 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.

### 5.3 Impianto di terra

Particolare cura è stata posta nel progettare la maglia di terra afferente alla cabina di consegna, 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 mm<sup>2</sup> (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.

## 6. 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.

### 6.1 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 mm<sup>2</sup>.

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

## 6.2 Impianti elettrici

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 mm<sup>2</sup>, 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 Impianto di terra

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 mm<sup>2</sup> (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 ELETTRICA 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 di 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 superiori, 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 ceramico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine.

I moduli fotovoltaici sono in alto grado 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.

L'interruttore MT in SF6 è equipaggiato con una protezione generale di massima corrente e una protezione 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 acciaio zincato

del tipo per posa nel terreno e da una corda di rame nudo di sezione pari a 35 mm<sup>2</sup>, interrati ad una profondità di almeno 0,8 m. A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e la recinzione. 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.

Canalizzazioni ad altezza ridotta su strada pubblica sono ammesse soltanto previa 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.

**MARTE S.R.L.**



Via degli Arredatori, 8 – 70026 Modugno (BA) – Italy  
[www.bfpgroup.net](http://www.bfpgroup.net) – [info@bfpgroup.net](mailto: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.16703.00.073.03**

PAGE

21 di/of 21

**9. ALLEGATO – CALCOLI ELETTRICI BT**