

COMUNE
San Severo



PROVINCIA
Foggia



REGIONE
Puglia



Ubicazione

Comune di San Severo, S. Antonino da Capo
Provincia di Foggia

Oggetto

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI TIPO AVANZATO
CON POTENZA NOMINALE PARI 45,56 MWp e 44,16 MW ac
DENOMINATO "SAN SEVERO 1"**
Autorizzazione Unica Art.12, D.Lgs 387/2003 - V.I.A Ministeriale artt.23 e 25 D.Lgs 152/2006

Elaborato

DISCIPLINARE DESCRITTIVO PRESTAZIONALE

Progettazione



Via Nazario Sauro 126 - 85100 - Potenza

TEAM DI PROGETTO

ing. GIORGIO MARIA RESTAINO
ing. CARLO RESTAINO
ing. MICHELE RESTAINO
ing. ATTILIO ZOLFANELLI
arch. SERENA MASI
arch. EMANUELA CIUFFI
ing. FRANCESCO VOTTA
dott. GIOVANNI RICCIARDI
ing. DONATO MAURO

Geologia

Geol. ANTONIO DI BIASE
Montescaglioso, 75024
P.zza Padre Prosperino Galgani, 9
P.IVA 00706320777



Studi agronomici

dott. Agr. PAOLO CASTELLI
Palermo, 90144
Via Croce Rossa, 25
P.IVA 0546509826



Indagini in sito

Geological & Geophysical Investigation Service
Geol. Galileo Potenza
Potenza, 85100
Via dei Gerani, 59
P.IVA 01677970764



Studi archeologici

dott. ssa MARTA POLLIO
Caopri, 80073 INA)

DOTT. SSA MARTA POLLIO
- Archeologa Specializzata -
VIA MARINA PICCOLA, 87
80073 CAPRI (NA)
P.I. 09581841270 - C.F. P1118RT90H668696A



Committente

SOLAR DG S.r.l.
via Cavour, 23C
Bolzano, 39100
C.F. e P. iva 03216720213
solar dg srl@legalmail.it

Progetto

PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato **G19701A01PD**

Scala elaborato **NESSUNA**

Revisione	Redatto da:	Data	Verificato da:	Data	Note
00	AZ	04/24	GMR	04/24	

RT-04

Questo disegno é di nostra proprietà riservata a termine di legge e ne é vietata la riproduzione anche parziale senza nostra autorizzazione scritta

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

Impianto agrivoltaico
Regione Puglia, comune di San Severo

PROGETTO DEFINITIVO

Progetto per la realizzazione di un impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile di tipo agrivoltaico avanzato di potenza nominale pari a 45,56 MWp e 44,16 MWac
CODICE PROGETTO: G19701A01

Sommario

Sommario	2
1. PREMESSA	5
1.1. Dati tecnici	6
1.2. Caratteristiche generali	7
2. CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI	10
2.2. Moduli Fotovoltaici	10
2.3. Strutture di sostegno, ancoraggio e di appoggio dei moduli fotovoltaici	12
2.4. Gruppi di conversione CC/CA	13
2.5. Quadri BT	15
2.6. Trasformatori BT/AT	17
2.7. Quadri ausiliari	17
2.8. Trasformatore BT/BT per i servizi ausiliari	18
2.9. Cavi di campo BT	18
2.10. Cavidotto AT	19
2.11. Cabine elettriche prefabbricate in c.a.v.	20
2.12. Gruppo di misura	24
3. MISURE DI POTEZIONE	25
3.1. Criteri di scelta e taratura delle protezioni AT	25
3.1.1. Prescrizioni generali per la sicurezza degli impianti AT	25
3.1.2. Dimensionamento in relazione alle tensioni e livelli di isolamento	26
3.1.3. Dimensionamento in relazione alle correnti	26
3.1. Misure di protezione contro le sovracorrenti	26
3.2. Protezioni contro le correnti di corto circuito	28
3.3. Protezioni contro i contatti diretti	28
3.4. Protezioni contro i contatti indiretti	30

3.5.	Protezione contro gli effetti termici	33
3.6.	Sezionamento dei circuiti	33
3.7.	Protezione dalla fulminazione	34
3.7.1.	Interblocchi di sicurezza	37
3.8.	Prescrizioni meccaniche	37
3.9.	Condizioni climatiche ed ambientali	37
4.	STRADE D'ACCESSO E INTERNE AI CAMPI	38
4.1.	Strade di accesso e viabilità di servizio	38
4.2.	Fase 1 – strade di cantiere	38
4.3.	Fase 2 – Strade di esercizio	41
4.4.	Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione della viabilità, e criteri di misurazione	41
4.4.1.	Scavi di sbancamento a sezione ampia	41
4.4.2.	Prescrizioni esecutive	42
4.4.3.	Prescrizioni generali per scavi di sbancamento ed a sezione obbligata	42
4.4.4.	Prescrizioni per scavi di sbancamento	44
4.4.5.	Oneri compresi	44
4.4.6.	Norme di misurazione	45
4.4.7.	Riporti e rilevati	46
5.	REALIZZAZIONE DEL CAVIDOTTO E LINEE DI COMUNICAZIONE	47
5.1.	Lavori di scavo, realizzazione del cavidotto, posa dei cavi di collegamento e ripristino finale	47
5.2.	Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione delle opere di collegamento elettrico, e criteri di misurazione	47
5.2.1.	Linee elettriche e di comunicazione	48
5.2.2.	Prescrizioni per scavi a sezione obbligata	49
5.2.3.	Prescrizioni per la posa dei cavi	50
5.2.4.	Prescrizioni per la realizzazione di giunzioni e terminazioni	51
5.2.5.	Prescrizioni per esecuzione di giunzioni e terminazioni cavi fibra ottica	52

5.2.6.	Prescrizione per esecuzione di indagini georadar	52
5.2.7.	Prescrizione per esecuzione perforazioni (T.O.C.)	53
5.2.8.	Collaudo	53
5.2.9.	Norme di misurazione	53
6.	REALIZZAZIONE DELLA RECINZIONE PERIMETRALE	54
6.1.	Opere connesse all'esecuzione della recinzione	54
6.2.	Organizzazione, oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione della recinzione, e criteri di misurazione	54

1. PREMESSA

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto di tipo agrivoltaico avanzato di potenza nominale pari a 45,56 MWp e 44,16 MWac, da installarsi in provincia di Foggia, nel territorio comunale di San Severo.

Proponente dell'iniziativa è la società **Solar DG S.r.l.**, con sede in via Cavour, 23C, Bolzano.



Figura 1 - Inquadramento su ortofoto delle aree di impianto (elaborato G19701A01-A04)

L'impianto consta di ventuno campi che si sviluppano nella parte settentrionale del territorio di San Severo, interessando anche le zone immediatamente limitrofe di Apricena. Gli stessi saranno collegati a mezzo di un cavidotto AT interrato che si diparte dalla cabina di raccolta e che arriva fino ad una nuova S.E. della RTN 150/36 kV di TERNA nel comune di Apricena.

La viabilità locale garantisce l'accesso anche a mezzi di portata e dimensione superiore agli autoveicoli, ed in particolare è servita dalla SS89 "Garganica" e quindi da una strada locale che si interseca con quest'ultima.

I ventuno campi sono delimitati da recinzione perimetrale provvisti di cancello di accesso. Sono previste opere di mitigazione consistenti in una fascia arbustiva perimetrale.

L'impianto agrivoltaico è costituito da 62.414 moduli in silicio monocristallino ognuno di potenza pari a 730Wp. Tali moduli sono collegati tra di loro in modo da costituire:

- 184 strutture 1x11 moduli;
- 2.745 strutture 1x22 moduli.

Le strutture sono in acciaio zincato ancorate al terreno. L'impianto è organizzato in gruppi di stringhe collegati alle cabine di campo.

L'energia elettrica viene prodotta da ogni gruppo di moduli fotovoltaici in corrente continua e viene trasmessa agli inverter, distribuiti utilmente nei campi, che provvedono alla conversione in corrente alternata, a sua volta l'energia in corrente alternata viene trasmessa alle cabine di campo.

Le linee AT in cavo interrato collegano tra loro le cabine di campo, nelle quali sono ubicati i trasformatori AT/BT, e quindi proseguono alla cabina di raccolta prevista all'interno dell'impianto. Dalla cabina di raccolta si sviluppano due linee a 36 kV interrate per il trasferimento dell'energia a una nuova S.E. della RTN 150/360 kV di TERNA.

1.1. Dati tecnici

Luogo di installazione:	Zona San Antonino da Campo - Comune di SAN SEVERO
Potenza di picco:	45,56 MWp
N° moduli fotovoltaici	62.414
Tipo strutture di sostegno:	Strutture fisse
Inclinazione piano dei moduli:	30°
Angolo di azimuth ° (0°Sud – 90°Est):	0° Sud
Angolo di tilt °:	30°
Rete di collegamento:	Alta Tensione 36kV
Gestore della rete:	Terna
Coordinate geografiche:	Latitudine: 41.762052° Longitudine: 15.348837°

1.2. Caratteristiche generali

L'impianto agrovoltaiico di progetto ha una potenza complessiva nominale pari a 45,56 MWp e 44,16 MWac ed è costituito da 62.414 moduli in silicio monocristallino ognuno di potenza pari a 730 Wp. Tali moduli sono collegati tra di loro in modo da costituire stringhe da 22 moduli; i gruppi di stringhe sono collegati, poi, agli inverter e questi ultimi alle cabine di campo.

Nel dettaglio, il progetto prevede la realizzazione/installazione di:

- N.62.414 moduli fotovoltaici da 730 Wp collegati in stringhe installate su strutture di supporto di tipo fisso;
- N.138 inverter di stringa di potenza nominale pari a 350 KWp;
- N.21 cabine di campo all'interno dell'area d'impianto;
- N.21 trasformatori AT/BT potenza nominale variabile da 1.600 kVA a 3.150 kVA;
- Una cabina di raccolta/distribuzione a 36 kV;
- Recinzione esterna perimetrale alle aree di installazione dei pannelli fotovoltaici;
- Cancelli carrai da installare lungo la recinzione perimetrale per gli accessi di ciascuna area campo;
- Realizzazione di viabilità a servizio dell'impianto;
- Un cavidotto AT interrato interno ai singoli campi agrovoltaiici per il collegamento delle cabine di campo alla cabina di raccolta/distribuzione;
- Un cavidotto AT interrato esterno ai campi agrovoltaiici per il collegamento della cabina di raccolta/distribuzione a una nuova S.E. della RTN 150/36 kV di TERNA;
- Fascia arbustiva prevista lungo il perimetro esterno della recinzione dei campi agrovoltaiici.

L'energia elettrica viene prodotta da ogni gruppo di moduli fotovoltaici in corrente continua e viene trasmessa all'inverter che provvede alla conversione in corrente alternata. Gli inverter sono distribuiti utilmente all'interno dei vari campi. L'energia in corrente alternata viene convogliata alle varie cabine di campo dove, al suo interno, viene trasformata a 36 kVA da appositi trasformatori AT/BT.

Le linee AT in cavo interrato collegheranno fra loro le cabine di campo e alla cabina di raccolta/distribuzione e quindi proseguiranno dalla quest'ultima verso una nuova S.E. della RTN 150/36 kV di TERNA.

Il generatore agrovoltaiico è composto complessivamente da 62.414 moduli fotovoltaici bifacciali in silicio monocristallino con vetro temperato, resine EVA, strati impermeabili e cornice in alluminio. Tali moduli sono collegati fra di loro in modo da formare serie di stringhe. L'intero impianto è suddiviso in 138 sottocampi, ognuno definito da un inverter, e 21 campi, ognuno definito da una cabina di campo. Più in dettaglio i campi sono organizzati nel seguente modo:

- CAMPO 1-1: composta da 3.564 moduli (n.162 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 8 inverter;

- CAMPO 1-2: composta da 3.564 moduli (n.162 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 8 inverter;
- CAMPO 1-3: composta da 3.564 moduli (n.162 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 8 inverter;
- CAMPO 1-4: composta da 3.586 moduli (n.163 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 8 inverter;
- CAMPO 1-5 composta da 3.124 moduli (n.142 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 7 inverter;
- CAMPO 1-6 composta da 2.662 moduli (n.121 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 6 inverter;
- CAMPO 1-7 composta da 2.662 moduli (n. 121 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 6 inverter;
- CAMPO 1-8 composta da 2.662 moduli (n. 121 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 6 inverter;
- CAMPO 2-1 composta da 1.760 moduli (n.80 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 4 inverter;
- CAMPO 3-1 composto da 3.586 moduli (n.163 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 8 inverter;
- CAMPO 3-2 composto da 3.586 moduli (n.163 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 8 inverter;
- CAMPO 3-3 composto da 3.586 moduli (n.163 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 8 inverter;
- CAMPO 4-1 composto da 2.640 moduli (n.120 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 6 inverter;
- CAMPO 4-2 composto da 2.640 moduli (n.120 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 6 inverter;
- CAMPO 4-3 composto da 2.640 moduli (n.120 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 6 inverter;
- CAMPO 4-4 composto da 3.212 moduli (n.146 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 7 inverter;
- CAMPO 4-5 composto da 2.706 moduli (n.123 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 6 inverter;
- CAMPO 4-6 composto da 2.706 moduli (n.123 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 6 inverter;
- CAMPO 5-1 composto da 3.542 moduli (n.161 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 7 inverter;
- CAMPO 5-2 composto da 2.024 moduli (n.92 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 4 inverter;
- CAMPO 6-1 composto da 2.398 moduli (n.109 stringhe/22 moduli), installati su strutture di tipo fisso, e 5 inverter;

Dal punto di vista elettrico, l'impianto nel suo complesso è funzionalmente diviso in 4 linee AT da:

- Linea n.1 (campi da 1-1 a 1-8) da 18,24 MVA potenza AC;
- Linea n.2 (campi da 2-1 a 3-3) da 8,96 MVA potenza AC;
- Linea n.3 (campi da 4-1 a 4-6) da 11,84 MVA potenza AC;
- Linee n.4 (campi da 5-1 a 6-1) da 5,12 MVA potenza AC;

La potenza complessiva nominale risulta essere di 45,56 MWp (potenza DC), mentre lato corrente alternata la potenza risulta essere 44,16 MW (potenza AC).

Durante il giorno il campo fotovoltaico converte la radiazione solare in energia elettrica in corrente continua. L'energia prodotta viene inviata ai gruppi di conversione (inverter) che provvedono a trasformare la corrente continua in corrente alternata a 800 V.

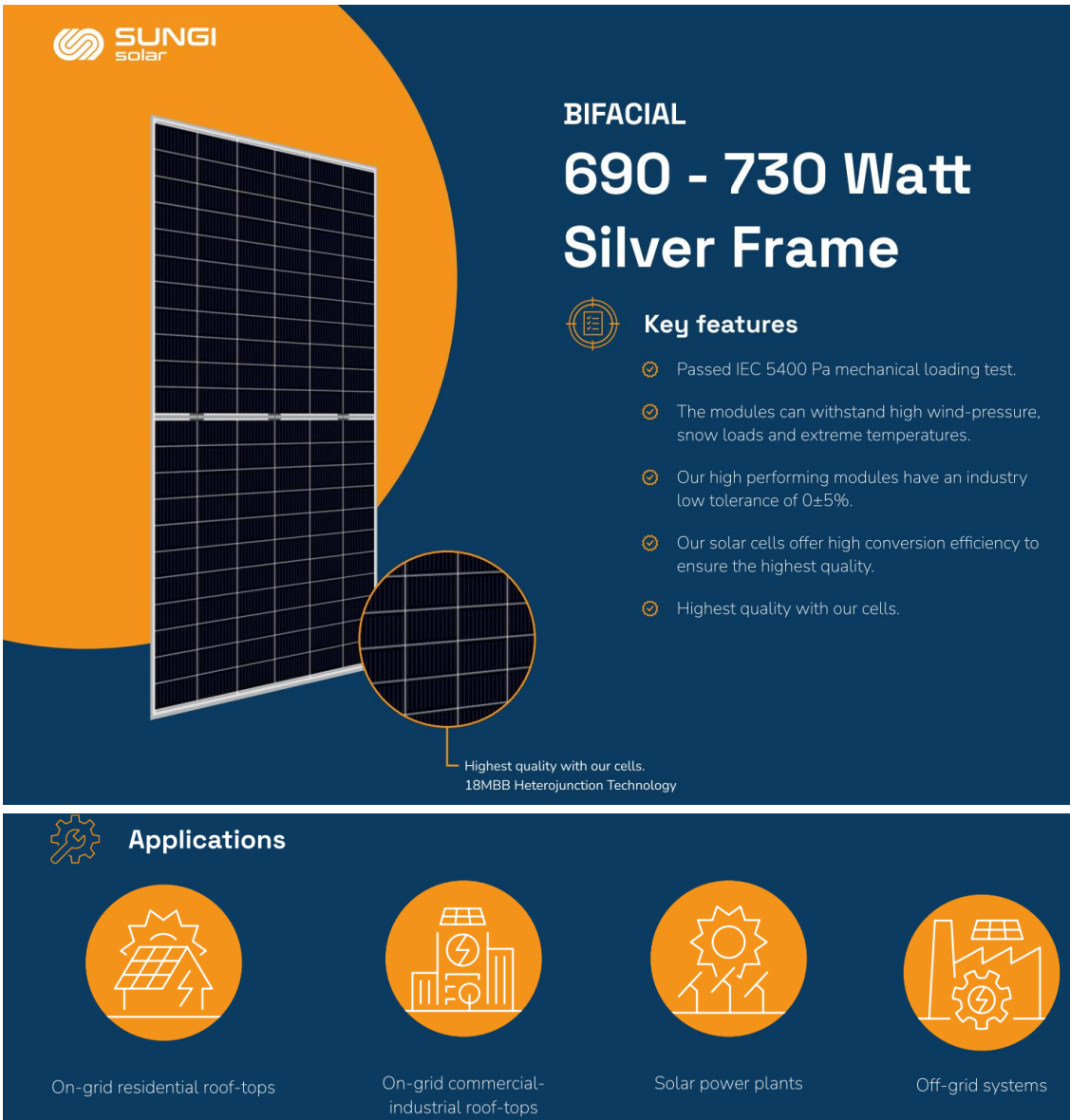
L'energia proveniente dal generatore fotovoltaico e dagli Inverter viene inizialmente convogliata nelle cabine di campo, poi trasferita al trasformatore BT/AT (800V / 36 kV). L'energia convertita in AT a 36KV, tramite cavidotto interrato, sarà ceduta in rete mediante collegamento alla SE Terna di nuova realizzazione della RTN 150/36 kV di TERNA.

Si stima che l'energia mediamente prodotta dall'impianto, in condizioni standard, sia pari a 62.425 MWh/anno.

2. CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI

2.2. Moduli Fotovoltaici

Per la realizzazione del campo fotovoltaico si utilizzeranno moduli bifacciali in silicio monocristallino Sungi Solar SNG730-132 da 730w aventi le seguenti caratteristiche



SUNGI solar

BIFACIAL
690 - 730 Watt
Silver Frame

Key features

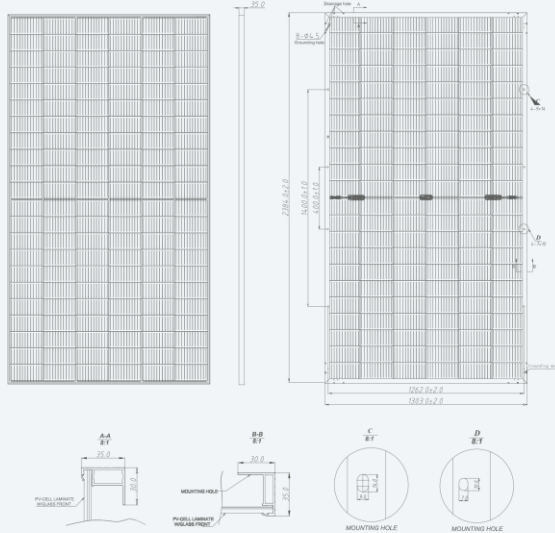
- ✓ Passed IEC 5400 Pa mechanical loading test.
- ✓ The modules can withstand high wind-pressure, snow loads and extreme temperatures.
- ✓ Our high performing modules have an industry low tolerance of $0\pm 5\%$.
- ✓ Our solar cells offer high conversion efficiency to ensure the highest quality.
- ✓ Highest quality with our cells.

Highest quality with our cells.
18MBB Heterojunction Technology

Applications

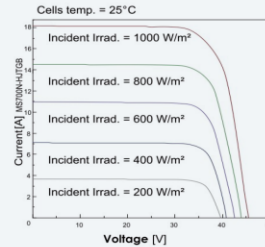
- On-grid residential roof-tops
- On-grid commercial-industrial roof-tops
- Solar power plants
- Off-grid systems

Engineering drawings

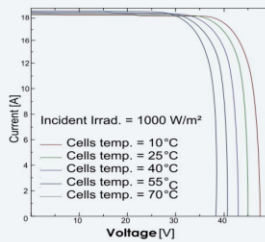


Electrical performance & temperature dependence

I-V CURVES AT DIFFERENT TEMPERATURE (680W)



I-V / P-V CURVE AT DIFFERENT TEMPERATURE (680W)



Electrical characteristics

Module Type	SNG680M-132	SNG685M-132	SNG690M-132	SNG695M-132	SNG700M-132	SNG710M-132	SNG720M-132	SNG730M-132
TESTING CONDITION⁽¹⁾	STC⁽²⁾/NMOT	STC⁽²⁾/NMOT	STC⁽²⁾/NMOT	STC⁽²⁾/NMOT	STC⁽²⁾/NMOT	STC⁽²⁾/NMOT	STC⁽²⁾/NMOT	STC⁽²⁾/NMOT
Maximum Power at STC (Pmax)	680Wp/ 517.89Wp	685Wp/ 521.70Wp	690Wp/ 525.50Wp	695Wp/ 529.31Wp	700Wp/ 533.12Wp	710Wp/ 540.74Wp	720Wp/ 548.35Wp	730Wp/ 555.97Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	42.32/39.96	42.49/40.11	42.66/40.28	42.83/40.44	43.00/40.58	43.34/40.90	43.67/41.21	44.00/41.52
Max Power Current (Imp)	16.07A/12.96A	16.13A/13.01A	16.18A/13.05A	16.23A/13.09A	16.29A/13.14A	16.39A/13.22A	16.49A/13.30A	16.60A/13.39A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.79V/45.96V	49.99V/46.16V	50.19V/46.36V	50.39V/46.56V	50.59V/46.76V	50.90V/47.04V	51.21V/47.33V	51.76V/47.84V
Short-circuit Current (Isc)	17.10A/13.79A	17.16A/13.84A	17.21A/13.88A	17.27A/13.93A	17.33A/13.97A	17.47A/14.08A	17.60A/14.18A	17.66A/14.23A
Module Efficiency (%)	22.21%	22.37%	22.53%	22.69%	22.86%	23.19%	23.52%	23.85%
Operating Temperature OC	-40°Cs ~ +85°C							
Maximum system voltage	1500V DC							
Maximum series fuse rating	30A							
Power tolerance	±6%							
Temperature coefficients of Pmax	-0.26%/°C							
Temperature coefficients of Voc	-0.24%/°C							
Temperature coefficients of Isc	0.04%/°C							
Nominal operating cell temperature (NOCT)	42.3±2 °C							

(1) Measurement Tolerances: Pmax (+/- 5%), Isc & Voc (+/- 5%) - Power Classification 0/+5%
 (2) STC (Standard Testing Condition): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, AM 1.5
 (3) NMOT (Nominal Operating Module Temperature): Irradiance 800W/m², NMOT: Ambient Temperature 20°C, AM 1.5, Wind Speed 1m/s

STC/NMOT  Irradiance 1000W/m²  Module Temperature 25°C  AM = 1.5

Mechanical data

Cell type	Heterojunction Technology (210x210mm)
No. of cells	132 (6x22)
Dimensions	2384x1303x35mm
Weight	38.8 kg
Front Glass	2.0mm AR Coating Semi-tempered glass
Back Glass	2.0mm AR Glazed Semi-tempered glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy Silver Frame
Junction Box	IP68 Rated, 3 diodes
Output Cables	TUV: 1x4.0mm²/UL 12AWG Length: 400/1400mm or customized length
Connectors	Copper, Silver Plated, MC 4

Packaging configuration

Dimensions	35mm
No. of pieces per pallette	31
Total number of pallettes	17
Module quantity per 40' container	527

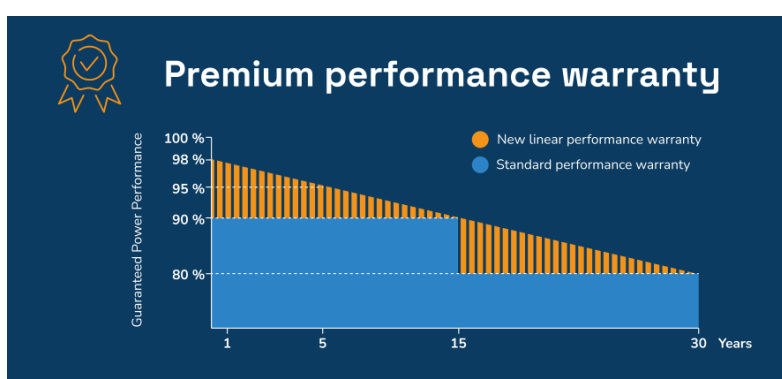
Inoltre, i moduli fotovoltaici essendo caratterizzati da parametri elettrici determinati alle Standard Test Condition (STC) e risultando gli stessi soggetti alla disposizione come da planimetria, si

ritiene ininfluenza la selezione dei moduli (costituenti una determinata stringa) per numero di serie, al fine di contenere lo scarto di tensione a vuoto tra una stringa e la successiva.

I moduli fotovoltaici sono garantiti dal produttore per un decadimento delle prestazioni come di seguito riportato:

- Nel primo anno del 2%;
- Dal 2° al 30° non più dello 0.9 % annuo.

Si riporta di seguito il grafico delle performance garantite dal produttore dei moduli fotovoltaici.



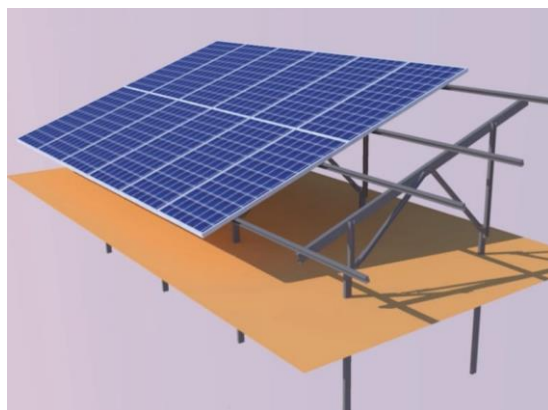
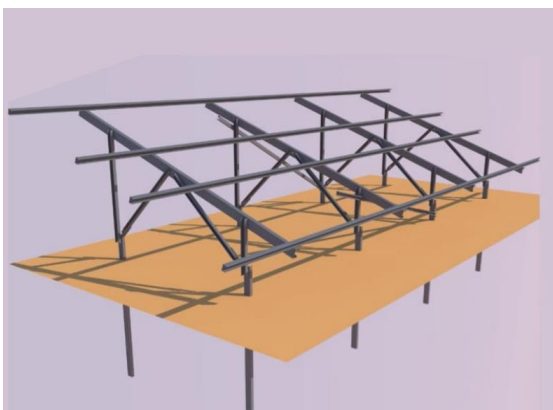
2.3. Strutture di sostegno, ancoraggio e di appoggio dei moduli fotovoltaici

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici saranno della tipologia fissa, realizzate con elementi metallici e pali di sostegno ed elementi di collegamento superiore, trattati superficialmente con zincatura a caldo, per una maggiore durata nel tempo. Gli elementi di sostegno garantiscono l'ancoraggio al terreno senza l'ausilio di opere di fondazione in calcestruzzo.

Le strutture saranno dimensionate per resistere ai carichi trasmessi dai pannelli e alle sollecitazioni esterne alle quali vengono sottoposte in condizione ordinaria e straordinaria (vento, neve...).

La tipologia di struttura fissa è composta da pochi componenti di semplice montaggio e rapido montaggio, i moduli montati avranno una inclinazione rispetto all'orizzontale di 30° e saranno orientati verso SUD. Il fissaggio dei pannelli fotovoltaici viene eseguito con bulloneria in acciaio inossidabile evitando quindi fenomeni di corrosione. Le fondazioni sono a secco, pertanto viene utilizzata l'infissione a battere, ove non possibile, preforatura con successiva martellatura. I pali sono realizzati in acciaio S 355 JR più adatto per essere martellato senza deformazioni, la

profondità di infissione sarà determinata in funzione delle sollecitazioni e delle caratteristiche meccaniche del terreno.



La durabilità dei materiali metallici è garantita dal trattamento superficiale di zincatura a caldo come da normativa EN ISO 1461:2009.

2.4. Gruppi di conversione CC/CA

I gruppi di conversione CC/CA sono composti sostanzialmente dagli inverter e dalle relative componentistiche di protezione interne (sezionatori/filtri/relè/connettori/ecc). Gli inverter sono distribuiti all'interno del campo fotovoltaico in maniera da avere cablaggi i più corti possibile. Dal componente principale "inverter" avviene il trasferimento della potenza convertita in CA alle cabine BT/AT, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili.

Il sistema fotovoltaico si avvale di inverter di stringa trifase **Sungrow SG350HX**, di cui si riportano di seguito le tabelle tecniche dei parametri elettrici e meccanici.

SG350HX

Multi-MPPT String Inverter for 1500 Vdc System

Preliminary



Type designation	SG350HX
Input (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	500 V / 550 V
Nominal PV input voltage	1080 V
MPP voltage range	500 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12 (Optional: 14 / 16)
Max. number of input connector per MPPT	2
Max. PV input current	12 * 40 A (Optional: 14 * 30 A / 16 * 30 A)
Max. DC short-circuit current per MPPT	60 A
Output (AC)	
AC output power	352 kVA @ 30 °C / 320 kVA @40 °C / 295 kVA @50 °C
Max. AC output current	254 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	640 – 920 V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / Connection phases	3 / 3
Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch/ AC switch	Yes / No
PV String current monitoring	Yes
Q at night function	Yes
Anti-PID and PID recovery function	Optional
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II

General Data	
Dimensions (W*H*D)	1136*870*361 mm (44.7" * 34.3" * 14.2")
Weight	≤110 kg (≤242.5 lbs)
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66 (NEMA 4X)
Night power consumption	< 6 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C (-22 to 140 °F)
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating) / 13123 ft (> 9843 ft derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / PLC
DC connection type	MC4-Evo2 (Max. 6 mm ² , optional 10mm ² / Max. 10AWG, optional 8AWG)
AC connection type	Support OT/DT terminal (Max. 400 mm ² / 789 Kcmil)
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, UL1741, UL1741SA, IEEE1547, IEEE1547.1, CSA C22.2 107.1-01-2001, California Rule 21, UL1699B
Grid support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control, Q-U control, P-f control

Gli inverter **Sungrow SG350HX** sono inverter fotovoltaici connessi in rete dotati di **12 MPPT con 2 ingressi per MPPT**, in grado di convertire la corrente continua generata dalle stringhe fotovoltaiche in corrente alternata trifase a onda sinusoidale e immettere l'energia nella rete elettrica pubblica. Un sezionatore CA e un sezionatore CC devono essere impiegati come dispositivi di disconnessione e devono essere sempre facilmente accessibili.

La tensione continua generata dai moduli fotovoltaici è filtrata attraverso la scheda di input prima di arrivare alla scheda di potenza. La scheda di input svolge anche la funzione di rilevamento dell'impedenza di isolamento e della tensione/corrente di ingresso in CC. La corrente continua viene convertita in corrente alternata dalla scheda di potenza. La corrente convertita in CA viene filtrata attraverso la scheda di output, e quindi immessa in rete. La scheda di output svolge anche funzioni di rilevamento della tensione/ corrente di rete, di GFCI e di pilotaggio dei relè di isolamento in uscita. La scheda di controllo fornisce l'alimentazione ausiliaria, controlla lo stato di funzionamento dell'inverter e lo rende visibile sul display. Il display visualizza inoltre i codici di errore in caso di funzionamento anomalo. Allo stesso tempo, la scheda di controllo può attivare il relè di protezione in modo da salvaguardare i componenti interni.

2.5. Quadri BT

All'interno della cabina di campo sono ubicati i QUADRI BT che svolgono la doppia funzione di sezionamento delle linee in arrivo dal campo FTV (singoli inverter) e di parallelo dell'inverter. I quadri di campo sono provvisti dei necessari dispositivi di sezionamento e protezione come magnetotermici differenziali per ogni singola linea in arrivo dagli inverter e interruttori motorizzati in uscita dal quadro e diretti verso il vano di trasformazione.

Per la protezione delle linee BT in arrivo ed in partenza dalla cabina di campo e dalla cabina distribuzione, nonché per la protezione generale e del trasformatore, è previsto l'utilizzo di interruttori BT di opportuna taglia per la protezione di massima corrente ed alloggiati in apposite celle di alta tensione. I quadri BT di progetto sono di tipo modulare in modo da poter comporre i quadri di distribuzione e trasformazione così come previsti. Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediranno errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale. Gli scomparti verranno predisposti completi di bandella in piatto di rame interna ed esterna per il collegamento equipotenziale all'impianto di terra. Gli interruttori di alta tensione saranno di tipo isolato in gas e realizzati secondo le indicazioni della norma di settore per gli impianti di specie. Il dispositivo generale sarà equipaggiato con un'unità di interfaccia che interverrà e comanderà l'apertura per anomalie sulla rete di distribuzione dell'energia interna al parco o per anomalie sul circuito interno al generatore. È prevista una rete di protezione di controllo di

- massima tensione;
- minima tensione;
- massima frequenza;
- minima frequenza;
- massima corrente;
- protezione direzionale di terra.



Figura 2 - Quadri BT

2.6. Trasformatori BT/AT

La cabina di campo sarà dotata di un trasformatore BT/AT, alloggiato in apposito vano, che provvederà a trasformare la corrente in arrivo dal QBT a 800V in corrente AT a 36kV da convogliare, tramite apposito cavidotto interrato fino al punto di connessione previsto. Il trasformatore sarà opportunamente protetto contro l'accidentale contatto con parti in tensione. Nell'impianto saranno impiegati 21 trasformatori di 4 taglie diverse:

TRASFORMATORI BT/AT				
Potenza nominale (kVa)	1600	2000	2500	3150
Numero totale	2	1	10	8
Vcc (%)	6			
Tensione primaria (V)	36.000			
Tensione secondaria (V)	800			



Figura 3 - Trasformatori BT/AT in resina

2.7. Quadri ausiliari

La cabina sarà equipaggiata con opportuni quadri di servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento degli impianti. Il quadro servizi ausiliari avrà una sezione in ingresso, nella quale confluisce la linea proveniente dal quadro BT, protetta da appositi interruttori automatici, una sezione ordinaria, nella quale sono presenti tutte le utenze ordinarie e non essenziali per il funzionamento della cabina di campo e una sezione privilegiata per le utenze alimentate da UPS.



Figura 4 - Quadro servizi ausiliari

2.8. Trasformatore BT/BT per i servizi ausiliari

Per l'alimentazione del quadro servizi ausiliari, nelle varie cabine di campo sarà presente un trasformatore BT/BT 0,8/0,4kV avente le seguenti caratteristiche:

TRASFORMATORI BT/BT	
Potenza nominale (kVa)	10
Vcc (%)	6
Tensione primaria (V)	800
Tensione secondaria (V)	400

2.9. Cavi di campo BT

Per i vari cablaggi di collegamenti BT dagli inverter al QBT in cabina di campo, saranno utilizzati cavi in alluminio isolati in gomma del tipo del seguente tipo:

AUG7R-0,6/1 kV
ARG7(O)R-0,6/1 kV



Costruzione, requisiti elettrici, fisici e meccanici: CEI 20-13

Non propagazione dell'incendio: CEI 20-22 II

Non propagazione della fiamma: EN 60332-1-2

Gas corrosivi o alogenidrici: EN 50267-2-1

Direttiva Bassa Tensione: 2014/35/UE

Direttiva RoHS: 2011/65/UE

Descrizione

- Conduttore:
 - alluminio, filo unico rigido, classe 1 (sezione = 10mm²)
 - alluminio, corda rigida compatta, classe 2 (sezione ≥ 16mm²)
- Isolamento: gomma, qualità G7
- Riempitivo: termoplastico, penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari)
- Guaina: PVC, qualità Rz
- Colore: grigio

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale U_o/U: 0,6/1 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 6 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione del conduttore

Impiego e tipo di posa

Adatto per il trasporto di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale.

Per installazione fissa all'interno e all'esterno, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi simili.

Ammessa la posa interrata, anche se non protetta.

NOTA: Per installazioni non disciplinate dal Regolamento UE 305/2011.

Figura 5 - Scheda cavo BT

2.10. Cavidotto AT

Il cavidotto AT di connessione delle cabine di campo alla cabina di distribuzione a sarà del tipo:







		<p>ARE4H5EE 20,8/36 kV 1x... SK2</p>													
<p>HIGH VOLTAGE CABLE SINGLE CORE CABLE WITH ALUMINIUM CONDUCTOR, REDUCED THICKNESS XLPE INSULATION, ALUMINIUM TAPE SCREEN AND DOUBLE PE SHEATH, SHOCK RESISTANT.</p>															
<p>APPLICATIONS AND CHARACTERISTICS In HV energy distribution networks for voltage systems up to 42kV. Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly or indirectly buried, also in wet location. SHOCK PROOF SK2 has a very good shock resistance characteristics. The two special outer sheaths provide an excellent protection against impact and mechanical abuse during the lifetime of the cable. Shock Proof SK2 cable performances has been evaluated against mechanical protection by the abrasion test and the impact test included in CEI 20-68 standard. This type of cable can be directly buried without additional protections because it is comparable to an armoured cable.</p>															
<p>FUNCTIONAL CHARACTERISTICS</p> <table border="0"> <tr> <td>Rated voltage U_0/U:</td> <td>20,8/36 kV</td> </tr> <tr> <td>Maximum voltage U_m:</td> <td>42 kV</td> </tr> <tr> <td>Test voltage:</td> <td>2,5 U_0</td> </tr> <tr> <td>Max operating temperature of conductor:</td> <td>90 °C</td> </tr> <tr> <td>Max short-circuit temperature:</td> <td>250 °C (for max 5 s)</td> </tr> <tr> <td>Max short-circuit temperature (screen):</td> <td>150 °C</td> </tr> </table>		Rated voltage U_0/U :	20,8/36 kV	Maximum voltage U_m :	42 kV	Test voltage:	2,5 U_0	Max operating temperature of conductor:	90 °C	Max short-circuit temperature:	250 °C (for max 5 s)	Max short-circuit temperature (screen):	150 °C		
Rated voltage U_0/U :	20,8/36 kV														
Maximum voltage U_m :	42 kV														
Test voltage:	2,5 U_0														
Max operating temperature of conductor:	90 °C														
Max short-circuit temperature:	250 °C (for max 5 s)														
Max short-circuit temperature (screen):	150 °C														
<p>CONSTRUCTION</p> <ol style="list-style-type: none"> Conductor <i>stranded, compacted, round, aluminium - class 2 acc. to IEC 60228</i> Conductor screen <i>extruded semiconducting compound</i> Insulation <i>extruded cross-linked polyethylene (XLPE) compound</i> Insulation screen <i>extruded semiconducting compound - fully bonded</i> Longitudinal watertightness <i>semiconducting water blocking tape</i> Metallic screen and radial water barrier <i>aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)</i> First sheath - 1 <i>extruded PE compound</i> Second sheath - 2 <i>extruded PE compound - colour: red with improved impact resistance</i> 															
<p>Max pulling force during laying 50 N/mm² (applied on the conductors)</p> <p>Min bending radius during laying 14 D_{cable} (dynamic condition)</p> <p>Minimum temperature during laying - 25 °C (cable temperature)</p>		<p>STANDARDS</p> <p>IEC 60840 where applicable (<i>testing</i>) Nexans Design HD 620 where applicable (<i>materials</i>) CEI 20-68 where applicable (<i>impact test</i>)</p>													
<p>MARKING by ink of the following legend: "NEXANS B <Year> ARE4H5EE 20,8/36kV 1x <S> SK2 <meter marking>" <Year> = year of manufacturing <S> = section of the conductor</p>															
 <p>Mechanical resistance to impacts: very good (CEI 20-68)</p>		 <p>Longitudinal waterproof</p>													
		 <p>Radial waterproof</p>													
		 <p>Max operating temp. of conductor: 90 °C</p>													
		 <p>Max short-circuit temperature: 250 °C</p>													
		 <p>Minimum installation temperature: -25 °C</p>													

Figura 6 - Scheda cavo AT

2.11. Cabine elettriche prefabbricate in c.a.v.

Email: info@gvcingegneria.it

Indirizzo: Via Nazario Sauro, 126Potenza (PZ)

Telefono: +39 0971 1565639

P.IVA: 01737760767

Sito Web: gvcingegneria.it

L'impianto prevede la posa delle seguenti cabine:

- **N. 21 Cabine di campo** dove saranno alloggiati i quadri BT ed AT e il trasformatore BT/AT;
- **N.1 Control room** dove saranno alloggiati tutti i dispositivi di comando e controllo impianto;
- **N.1 Cabina di distribuzione** dove saranno alloggiati i quadri di connessione dell'impianto alla rete;

Le cabine di campo, di dimensioni pari a 7,00 e 8,20 m x 2,50 m ed altezza fuori terra pari a 3,00 m saranno composte da due vani ovvero il **vano quadri** ed il **vano trafo**.

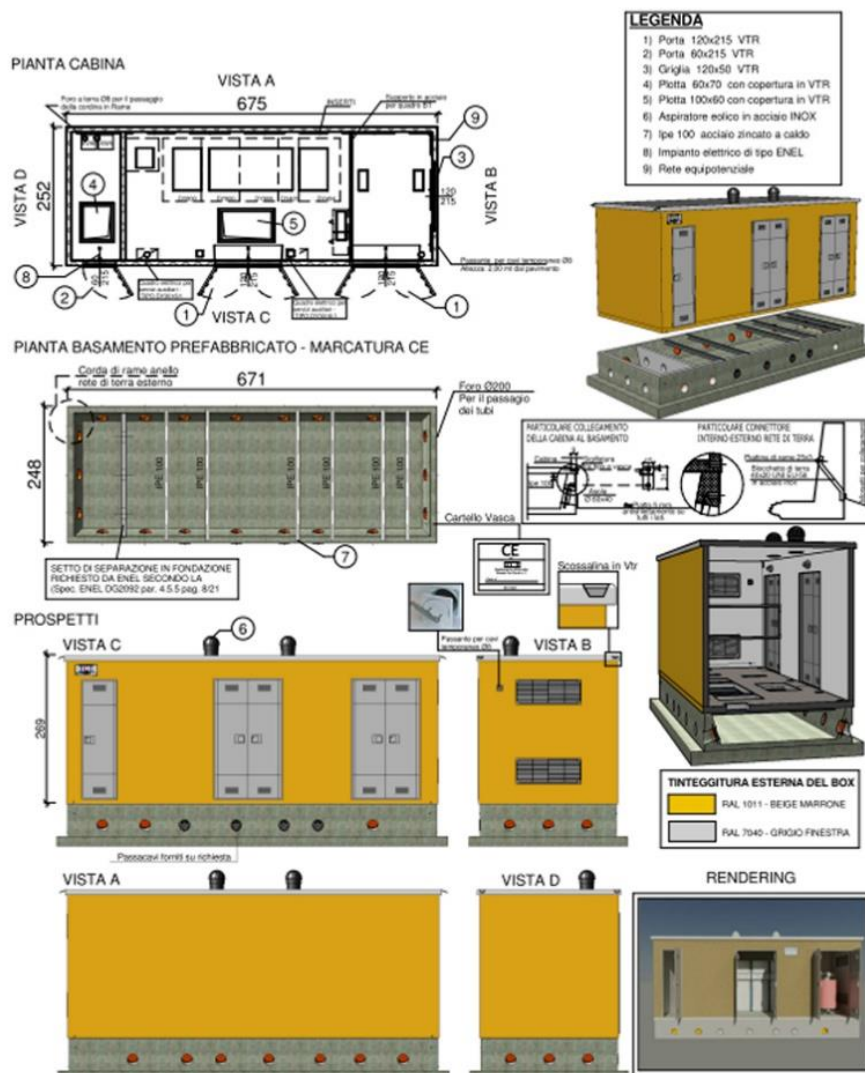


Figura 7 – Tipologico cabine in c.a.v

All'interno della cabina di campo saranno alloggiare le seguenti componenti elettromeccaniche:

- Quadri di parallelo inverter a cui fanno capo i sottocampi;
- Quadri di linea in BT;
- Quadri in AT di protezione trafo e arrivo/partenza linea AT;
- Trasformatore della taglia indicata nei precedenti paragrafi;
- Quadri servizi ausiliari.

La **cabina di distribuzione** avrà dimensioni pari a 9.40 m x 2,50 m ed altezza fuori terra pari a 3,00 m e sarà composta da un unico vano.

La **control room**, adiacente la cabina di raccolta, avrà dimensioni pari a 2.38 m x 2,50 m ed altezza fuori terra pari a 3,00 m.

Tutte le cabine saranno realizzate in c.a.v. prefabbricato e si compongono di 2 elementi monolitici ovvero la vasca, che svolge la doppia funzione di fondazione e di alloggio dei cavi in arrivo o partenza, e il corpo in elevazione.

Gli elementi delle cabine, prefabbricati in stabilimento, saranno trasportati in cantiere ed eventualmente montati contemporaneamente alla fase di scarico.

Prima della posa della cabina sarà predisposto il piano di posa con un fondo di pulizia e livellamento in magrone di cls oppure con una massicciata di misto di cava.

Le cabine saranno dotate di porte in VTR, aperture grigliate sempre VTR nonché una maglia di terra in corda di rame nudo. Rete di terra

L'impianto di terra sarà rispondente alle prescrizioni del Cap. 10 della Norma CEI EN 61936-1, alla Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11- 37. Nel seguito sono illustrati alcuni aspetti generici di riferimento.

L'impianto è protetto da una maglia di terra equipotenziale collegata alle masse presenti nell'impianto e alle cabine. Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale (portali, TA, TV, scaricatori) le dimensioni della maglia di terra saranno opportunamente diminuite.

Precauzioni particolari saranno essere prese in presenza di tubazioni metalliche, cavi AT schermati ed ogni altra struttura metallica interrata in vicinanza o interferente con l'area di stazione. Inoltre saranno ricompresi nella maglia di terra, il cancello di ingresso e gli edifici di consegna AT posti al confine dell'impianto, vicino al cancello e si farà in modo che le tensioni di passo e contatto siano al di sotto di quanto prescritto dalle norme sia all'interno che all'esterno della recinzione di stazione.

Per la realizzazione della stazione elettrica dove sono previste opere di riempimento per il raggiungimento della quota di imposta, la maglia di terra sarà comunque posata su un letto di terreno vegetale.

Poiché la stazione elettrica risulta essere realizzata nelle immediate vicinanze degli impianti di altri Utenti confinanti, separati da opportune delimitazioni, i rispettivi impianti di terra devono essere tra loro collegati galvanicamente mediante collegamenti ispezionabili e sezionabili (in pozzetti).

Se dovessero esserci aree con tensione di passo e contatto superiori a quanto previsto dalla norma, si effettueranno modifiche al progetto, quali:

- infittimento locale della maglia di terra;
- utilizzo di dispersori orizzontali e/o verticali per il controllo del potenziale;
- realizzazione di superfici ad elevata resistenza (stesura di ghiaia o asfalto);
- segregazione delle aree critiche.

Infine, nel progetto dell'impianto di terra è stata considerata l'estensione della maglia di terra anche nelle aree destinate alle eventuali future espansioni d'impianto previste.

Saranno direttamente collegati a questa maglia i sostegni metallici delle apparecchiature AT.

Il locale trasformazione AT/AT sarà dotato di un proprio collettore di terra principale, costituito da una barratura in rame fissata a parete, a cui faranno capo i seguenti conduttori:

- il conduttore di terra proveniente dal dispersore;
- il conduttore di terra proveniente dei ferri di armatura;
- il P.E. destinato al collegamento della carcassa del trasformatore;
- il nodo di terra del Quadro Generale BT.

Dal nodo di terra posto in corrispondenza del Quadro Generale BT di Cabina saranno poi derivati tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali destinati al collegamento dei quadri di distribuzione e quindi di tutte le masse estranee dell'impianto. Ad ogni quadro elettrico sarà associato un nodo di terra costituito da una barra in rame. L'impianto di terra risulterà realizzato in conformità al Cap. 54 delle Norme CEI 64-8/5 e adesso saranno collegate:

- le masse metalliche di tutte le apparecchiature elettriche;
- le masse metalliche estranee accessibili (tubazioni dell'acqua, del riscaldamento, del gas, ecc.);
- i poli di terra delle prese a spina.

Tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali presenti nell'impianto saranno identificati con guaina isolante di colore giallo-verde e saranno in parte contenuti all'interno dei cavi multipolari impiegati per l'alimentazione delle varie utenze, in parte costituiranno delle dorsali comuni a più circuiti.

I valori della corrente di guasto monofase a terra ed il tempo di eliminazione del guasto saranno stabiliti dal gestore della rete

2.12. Gruppo di misura

Per l'impianto in progetto in conformità alle norme CEI vigenti e alle prescrizioni dell'Agenzia delle Dogane è necessario misurare:

- L'energia prelevata/immessa in rete;
- L'energia prodotta.

I sistemi di misura dell'energia elettrica saranno in grado di rilevare, registrare e trasmettere dati di lettura, per ciascuna ora, dell'energia elettrica immessa/prelevata o prodotta in rete nel punto di installazione del contatore stesso.

I sistemi di misura saranno conformi alle disposizioni dell'Autorità dell'energia elettrica e il gas e alle norme CEI, in particolare saranno dotati di sistemi meccanici di sigillatura che garantiranno manomissioni o alterazioni dei dati di misura.

3. MISURE DI POTEZIONE

3.1. Criteri di scelta e taratura delle protezioni AT

Le protezioni AT saranno dimensionate, scelte e tarate secondo quanto dettato dalla guida CEI 99-4 e CEI 0-16

3.1.1. Prescrizioni generali per la sicurezza degli impianti AT

Gli impianti ed i componenti elettrici devono essere in grado di sopportare le loro tensioni massime assegnate a frequenza industriale, così come le sovratensioni a frequenza industriale, le sovratensioni di manovra e le sovratensioni atmosferiche (norma EN 61936-1; CEI 99-2).

Devono essere adottate adeguate misure per evitare il contatto fra sistemi a diverse tensioni. Gli impianti devono essere realizzati per la frequenza nominale del sistema. Il livello di isolamento deve essere scelto in conformità alla tensione massima U_m stabilita per il componente elettrico e nel rispetto delle minime distanze di isolamento stabilite dalla normativa.

La tensione nominale è la tensione assegnata dal costruttore all'apparecchiatura; essa è indicata con il simbolo U_r nelle norme di prodotto e con U_n nella norma impianti (norma EN 61936-1; CEI 99-2).

La tensione massima U_m è il valore più elevato della tensione che si presenta in un istante e in un punto qualunque del sistema nelle condizioni ordinarie di funzionamento (CEI EN 60071-1).

In relazione alla tensione nominale dell'apparecchiatura, sono stabilite nelle norme di prodotto:

- la tensione di tenuta a frequenza industriale $U_d \times 60\text{sec.}$;
- la tensione di tenuta ad impulso $U_p (1,2/50\mu\text{s})$.

L'insieme di queste due tensioni individua il *"livello di isolamento dell'apparecchiatura"* (norma CEI EN 62271;60694; norma CEI EN 60071-1).

Per ogni valore della tensione nominale, la norma (norma EN 61936-1; CEI 99-2 e norma CEI EN 62271;60694) indica le rispettive tensioni di tenuta a 50 Hz ed impulso normalizzate, nonché le distanze minime di tenuta.

I valori più elevati delle tensioni di tenuta e delle distanze minime riportati nelle tabelle della norma devono essere previsti negli impianti a neutro isolato o con $N_f=4$ fulmini/km²x anno.

3.1.2. Dimensionamento in relazione alle tensioni e livelli di isolamento

La corrente (termica) nominale I_r è il valore efficace della corrente che l'apparecchiatura è in grado di condurre continuamente, nelle condizioni di impiego prescritte. La corrente nominale di breve durata I_k è il valore efficace della corrente di cortocircuito che l'apparecchiatura è in grado di condurre per l'intervallo di tempo t_k .

La durata nominale di cortocircuito t_k è in genere **1 secondo**. In ogni caso la durata t_k deve essere superiore al tempo di intervento delle protezioni. La corrente nominale di picco I_p è il valore di cresta della prima semionda della corrente nominale di breve durata. Il valore di picco dipende dall'asimmetria della corrente di cortocircuito e dunque dal fattore di potenza di cortocircuito. Se non diversamente specificato $I_p = 2,5I_k$ con $\cos\phi_{cc} = 0,1$ (condizione peggiorativa).

3.1.3. Dimensionamento in relazione alle correnti

La corrente (termica) nominale I_r è il valore efficace della corrente che l'apparecchiatura è in grado di condurre continuamente, nelle condizioni di impiego prescritte. La corrente nominale di breve durata I_k è il valore efficace della corrente di cortocircuito che l'apparecchiatura è in grado di condurre per l'intervallo di tempo t_k .

La durata nominale di cortocircuito t_k è in genere 1 secondo. In ogni caso la durata t_k deve essere superiore al tempo di intervento delle protezioni.

La corrente nominale di picco I_p è il valore di cresta della prima semionda della corrente nominale di breve durata. Il valore di picco dipende dall'asimmetria della corrente di cortocircuito e dunque dal fattore di potenza di cortocircuito. Se non diversamente specificato $I_p = 2,5I_k$ con $\cos\phi_{cc} = 0,1$ (condizione peggiorativa).

3.1. Misure di protezione contro le sovracorrenti

La protezione dei conduttori dagli effetti dannosi causati dalle sovracorrenti è garantita da dispositivi automatici in grado di interrompere le correnti di sovraccarico fino al cortocircuito.

I dispositivi previsti sono:

- interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente del tipo elettronico per taglie sopra i 160A a norme CEI 17-5 CEI EN 60947-2.;
- interruttori automatici scatolati provvisti di sganciatori di sovracorrente del tipo magnetotermico per taglie da 100A a 160A a norme CEI 17-5 CEI EN 60947-2.;

- interruttori automatici modulari provvisti di sganciatori di sovracorrente del tipo magnetotermico per taglie da 5A a 60A a norme CEI 17-5 CEI EN 60947-2.;
- interruttori modulari combinati con fusibili gL (CEI 32-1) per la protezione dei circuiti voltmetrici e dei circuiti di segnalazione sui quadri elettrici.

Le caratteristiche corrente/tempo di intervento dei dispositivi di protezione sono le seguenti:

- curve di intervento selezionabili per i dispositivi con sganciatori elettronici;
- curva di intervento "C" (Imagnetica = 5÷10 x Inominale) per i dispositivi con sganciatori magnetotermici utilizzati su circuiti derivati;
- curva di intervento "D" (Imagnetica = 10÷15 x Inominale) per i dispositivi con sganciatori magnetotermici utilizzati su circuiti primari di trasformatori;
- curva di intervento "B" (imagnetica = 3÷5 x Inominale) per i dispositivi con sganciatori magnetotermici utilizzati su circuiti derivati da gruppi elettrogeni o gruppi soccorritori a batterie.
- Interruttori magnetotermici previsti con funzione "G" (guasto a terra) per interruttori di taglia superiore a 400A;
- Interruttori previsti con relè differenziale per interruttori di taglia inferiore a 400A.
- interruttori di manovra sezionatori AT
- interruttori AT con protezione di massima corrente tripolare a due soglie, una di sovraccarico, una di cortocircuito, entrambe a tempo indipendente definito e protezione di minima e massima tensione.

Ogni sistema deve essere realizzato in modo che le correnti in condizioni di esercizio normale non superino le correnti nominali delle apparecchiature o le correnti ammissibili dei componenti. Si deve tener conto anche di condizioni ambientali sfavorevoli, come una temperatura più elevata di quella specificata nelle norme corrispondenti.

Utilizzando dispositivi automatici a norme CEI 17-5/ CEI EN 60898 (CEI 23-3), CEI EN 60947-2 fusibili a norme CEI 32-1; CEI EN 60269-1, risulta assicurata la condizione prescritta dalla norma CEI 64-8:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$
$$I_f \leq 1.45x I_z$$

Dove:

- I_B = corrente di impiego del circuito
- I_z = portata in regime permanente della conduttura (sez. 523 CEI 64-8) I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni effettive.

La protezione dai sovraccarichi è svolta materialmente da:

- dispositivo a tempo dipendente selezionabile degli sganciatori elettronici;

- dispositivo a tempo dipendente termico degli sganciatori magnetotermici;
- elemento termico a fusione dei fusibili.

3.2. Protezioni contro le correnti di corto circuito

Gli impianti devono essere realizzati in modo da sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di cortocircuito.

Il quadro prefabbricato AT, in particolare, è consigliabile prevederlo del tipo “a prova d’arco interno”, secondo la norma CEI vigente.

Il potere di interruzione dei dispositivi scelti è superiore alla corrente di corto circuito presunta nei vari punti di installazione. I dispositivi automatici a norme CEI 17-5/23-3 ed i fusibili a norme CEI 32-1 sono stati scelti in modo tale da assicurare la condizione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

dove:

t = durata in secondi

S= sezione in mmq.

I = corrente effettiva di corto circuito in Ampere, espressa in valore efficace

K = 115 per i conduttori in rame isolati in PVC

135 per i conduttori in rame isolati con gomma ordinaria o butilica

136 per i conduttori in rame isolati con gomma EPR o XPRE

In ogni caso la max energia sopportata dai cavi $K^2 \cdot S^2$ è superiore al valore di energia specifica $I^2 \cdot t$ indicata dal costruttore come quella lasciata passare dal dispositivo di protezione.

I dispositivi di protezione previsti sono in grado di assolvere sia la protezione da sovraccarico sia la protezione da corto circuito in quanto rispettano le due condizioni dettate dalla norma CEI 64-8 sez. 435-1 e precisamente:

- protezione assicurata contro i sovraccarichi;
- potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di corto circuito presunta.

La protezione specifica dai cortocircuiti è svolta da:

- dispositivo a tempo indipendente selezionabile degli sganciatori elettronici;
- dispositivo a tempo indipendente elettromagnetico degli sganciatori magnetotermici;
- elemento termico a fusione dei fusibili.

3.3. Protezioni contro i contatti diretti

Gli impianti devono essere costruiti in modo da evitare il contatto non intenzionale con parti attive od il raggiungimento di zone pericolose (zone di guardia) prossime alle parti attive. Si devono

proteggere le parti attive, quelle con il solo isolamento funzionale, e le parti che possono essere considerate a potenziale pericoloso.

La protezione contro i contatti diretti consiste nell'impedire il contatto con le parti attive nude o di portarsi ad una distanza tale per cui possa avvenire una scarica.

A tal fine, sono state introdotte le distanze di guardia (dg), di vincolo orizzontale (dvo) e verticale (dvv). La distanza di vincolo rappresenta la distanza minima tra la parte in tensione e la superficie sulla quale un operatore al lavoro può stare in posizione eretta, con entrambi i piedi appoggiati. Le parti attive poste ad una distanza dalla suddetta superficie inferiore alla distanza di vincolo devono essere protette con pareti o barriere metalliche con grado di protezione almeno IP1XB (il dito di prova penetra all'interno dell'involucro ma non raggiunge le parti attive). Le pareti e le barriere di protezione devono essere alte almeno 2m dal piano di calpestio.

La superficie interna della barriera deve trovarsi ad una distanza dalle parti attive (non schermate) almeno uguale a quella di guardia dg. Tale distanza può essere ridotta alla distanza minima d'isolamento se la barriera ha un grado di protezione almeno IP3X .

Le misure di protezione contro i contatti diretti su indicate devono essere applicate anche nei confronti dei componenti isolati ma senza schermo metallico collegato a terra, ad esempio le terminazioni del cavo, relativamente alla parte priva di schermo, e gli avvolgimenti in AT isolati in resina o nastrati dei trasformatori a secco.

E' opportuno che gli isolatori siano posizionati ad interdistanza massima di 120 cm, affinché la sbarra sopporti gli sforzi elettrodinamici della corrente di cortocircuito.

La protezione dai contatti diretti è garantita dalle misure richieste nella norma CEI 64-8 sez. 412, e precisamente:

- isolamento delle parti attive proporzionato alla tensione di esercizio del sistema e tale da resistere alle influenze meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto;
- isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica conforme alle relative norme;
- parti attive poste entro involucri con grado minimo di protezione IP2X o IPXXB;
- superfici superiori degli involucri a portata di mano con grado minimo di protezione IP4X o IPXXD;
- apertura degli involucri possibile solo con uso di una chiave o attrezzo;
- utilizzo di interruttori blocco porta che permettano l'apertura della porta dopo aver disattivato le parti elettriche e la riattivazione delle stesse solo a porta chiusa.

Gli involucri di apparecchiature costruite in fabbrica devono essere conformi alle relative norme. In generale gli involucri devono essere saldamente fissati, resistenti alle sollecitazioni previste e se metallici garantire le distanze d'isolamento.

I sistemi di sicurezza previsti si possono così riassumere:

- utilizzo di involucri per apparecchiature e quadri elettrici con grado minimo di protezione IP40;
- utilizzo di pannelli a vite e porte sottochiave per i quadri elettrici;
- utilizzo di conduttori con isolamento $U_o/U = 450/750V$ per posa in tubazioni isolanti o metalliche collegate al PE;
- utilizzo di conduttori con isolamento $U_o/U = 450/750V$ per posa in canalizzazioni isolanti o metalliche collegate al PE;
- utilizzo di conduttori con isolamento $U_o/U = 450/750V$ per posa in quadri elettrici a norme CEI;
- utilizzo di conduttori con isolamento $U_o/U = 600/1000V$ in canalizzazioni isolanti o metalliche;
- utilizzo di conduttori con isolamento $U_o/U = 600/1000V$ per posa interrata od in vista;
- utilizzo di morsetti isolati con $V_i = 500V$ e grado di protezione IP20 in quadri elettrici e cassette di derivazione;
- utilizzo di cassette isolanti per derivazione con coperchio a vite e grado minimo di protezione IP40;
- utilizzo di cassette metalliche per derivazione con coperchio a vite, grado minimo di protezione IP40 e collegate al PE;
- utilizzo di apparecchiature isolate $V_i = 500V$ e grado di protezione IP20 in quadri elettrici;
- utilizzo di componenti isolati $V_i = 500V$ e grado di protezione IP40.

3.4. Protezioni contro i contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti deve essere attuata mediante la messa a terra delle masse metalliche dell'impianto ed il coordinamento della resistenza di terra con il valore delle correnti di guasto AT.

Gli impianti di terra devono essere progettati in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:

- avere sufficienti resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili sulla rete;
- evitare danni a componenti elettrici ed a beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

I parametri da prendere in considerazione nel dimensionamento degli impianti di terra sono quindi:

- valore della corrente di guasto a terra sulla rete AT;
- valore della corrente di doppio guasto a terra sulla rete AT;
- durata del guasto a terra;
- caratteristiche del terreno.

La tensione di contatto U_t è la tensione a cui è soggetta la persona tra mano e piedi, in un contatto indiretto.

Convenzionalmente si assume una resistenza del corpo umano $R_b=1000\Omega$.

La norma CEI EN 61936-2 stabilisce il valore della tensione di contatto ammissibile U_{tp} in relazione al tempo di intervento delle protezioni t_f .

Un impianto di terra è ritenuto idoneo se la tensione di contatto non supera la U_{tp} e la tensione di passo non supera $3U_{tp}$.

Se la tensione totale di terra $U_E=R_e \times I_f$ è $U \leq U_{tp}$ l'impianto di terra garantisce senz'altro la sicurezza essendo $U_t \leq U_E$. In altre parole, è sufficiente che la resistenza di terra soddisfi la condizione:

$$R_E \leq U_{tp}/I_f$$

Nei confronti di un guasto monofase a terra, oltre alla protezione omopolare 51N occorre anche una protezione direzionale di terra 67N se nell'impianto si verifica una delle condizioni seguenti:

- linee aeree AT di utenze in conduttori nudi di qualunque lunghezza;
- trasformatori ubicati in più locali;
- i cavi AT di utenze hanno una lunghezza complessiva $\geq 500m$.

Il dispersore deve avere le caratteristiche indicate nella CEI EN 61936-1 ; CEI 99-2; EN50522 e deve essere realizzato con materiali e dimensioni tali da resistere alle sollecitazioni sopra menzionate. Il dimensionamento dei conduttori di terra lato AT deve essere effettuato in base alla corrente di doppio guasto a terra lato AT verificando la condizione:

$$S_{ct} \geq \sqrt{I_2 t}/K$$

Dove I è la corrente doppio guasto a terra lato AT, t è il tempo di intervento delle protezioni, $K=228$ per il rame nudo.

Il dimensionamento dei conduttori di protezione PE lato BT o si effettua rispettando la condizione della norma CEI 64-8 con sezione del conduttore pari alla metà della sezione di fase oppure verificando la condizione:

$$S_{pe} \geq \sqrt{I_2 t}/K$$

Dove I è la corrente di guasto fase/PE lato BT, t è il tempo di intervento delle protezioni, K=228 per il rame nudo.

Tutte le masse e le masse estranee devono essere messe a terra mediante idonei conduttori di materiale e sezione tale da resistere alle sollecitazioni sopra menzionate.

Le misure di protezione adottate contro i contatti indiretti sono quelle previste dalla norma CEI 64-8 per i vari sistemi di stato del neutro.

Sistema TNS

Nei sistemi TN-S tutte le masse dell'impianto saranno collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione in corrispondenza od in prossimità del trasformatore. Il punto di messa a terra del sistema di alimentazione nel nostro caso è il punto neutro.

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione sono tali che, in caso di guasto l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro i tempi stabiliti dalle norme soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s I_a \leq U_0$$

Dove:

- Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto;
- I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito dalle norme (nel caso di interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale I_{dn}) in funzione della tensione nominale U_0 ;
- U_0 è la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra.
- Per $U_0=230V$ intervento entro $t=0,4sec$.
- Per $U_0=400V$ intervento entro $t=0,2sec$.

Tempi di interruzione convenzionali non superiori a 5 secondi sono ammessi per i circuiti di distribuzione.

Prescrizioni comuni

Saranno collegate al circuito generale di terra tutte le masse metalliche degli utilizzatori e tutte le masse attualmente non identificabili ma comunque da collegare a terra in quanto soggette ad andare, a causa di un guasto, sottotensione (ad esempio passerelle metalliche a pavimento impiegate per la posa dei cavi).

Il fissaggio del conduttore di terra alle suddette masse metalliche, sarà realizzato a mezzo di collari fissa tubo, con morsetti, capicorda ad occhiello o viti autofilettanti da fissare sulla massa metallica in modo tale da impedirne l'allentamento.

Le giunzioni tra i vari elementi di protezione, se necessarie, saranno realizzate con idonei morsetti (ad esempio morsetti a mantello) o con saldatura forte in alluminotermica e saranno ridotte al minimo indispensabile.

Tutte le linee in origine dai quadri elettrici saranno dotate di un proprio conduttore di terra facente capo ad un equipotenziale previsto all'interno del quadro stesso.

Per ragioni di selettività si possono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S (vedere norma CEI 23-42, 23-44 e 17-5V1) in serie con dispositivi differenziali istantanei solo nei circuiti di distribuzione principali.

I differenziali a ritardo regolabile sono utilizzabili sui circuiti di distribuzione principale ed in presenza di personale addestrato (non sono ammessi negli impianti per uso domestico e similare). In ogni caso il massimo ritardo ammesso nei sistemi TT è di 1s.

3.5. Protezione contro gli effetti termici

I componenti elettrici non devono costituire pericolo di innesco o di propagazione di incendio per i materiali adiacenti e quindi devono essere conformi alle relative norme costruttive o, dove mancanti alla sezione 422 della norma CEI 64-8.

I pericoli che derivano dalla propagazione di un eventuale incendio devono essere limitati mediante la realizzazione di barriere tagliafiamma REI 120 sulle condutture che attraversano solai o pareti di delimitazione dei compartimenti antincendio.

Le parti accessibili dei componenti elettrici a portata di mano non devono raggiungere temperature tali che possano causare ustioni alle persone oppure essere protette in modo da evitare il contatto accidentale come indicato alla sezione 423 della norma CEI 64-8.

Gli involucri, quadri o cassette contenenti componenti elettrici devono garantire la dissipazione del calore prodotto al fine di limitare le temperature al livello ammesso per il buon funzionamento. In alternativa è ammesso l'utilizzo di aspiratori o ventilatori comandati da termostato.

I sistemi di riscaldamento ad aria forzata devono essere dotati di dispositivi di limitazione della temperatura come descritto alla sezione 424 della norma CEI 64-8.

Gli apparecchi utilizzatori che producono acqua calda o vapore devono essere protetti contro i surriscaldamenti in tutte le condizioni di servizio come descritto alla sezione 424 della norma CEI 64-8.

3.6. Sezionamento dei circuiti

Devono essere previsti dispositivi per mezzo dei quali l'impianto completo o parti di esso possano essere sezionati in relazione alle esigenze di esercizio.

Ogni parte dell'impianto, che può essere sezionata dalle altre parti del sistema, deve essere realizzata in modo da poterne eseguire la messa a terra e il cortocircuito.

3.7. Protezione dalla fulminazione

La normativa CEI EN 62305-2 specifica una procedura per la valutazione del rischio dovuto a fulminazione e, se necessario, individua le misure di protezione necessarie da realizzare per ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma.

Sorgente di rischio, S

La corrente di fulmine è la principale sorgente di danno. Le sorgenti sono distinte in base al punto d'impatto del fulmine.

- S1 Fulmine sulla struttura.
- S2 Fulmine in prossimità della struttura.
- S3 Fulmine su una linea.
- S4 Fulmine in prossimità di una linea.

Tipo di danno, D

Un fulmine può causare danni in funzione delle caratteristiche dell'oggetto da proteggere. Nelle pratiche applicazioni della determinazione del rischio è utile distinguere tra i tre tipi principali di danno che possono manifestarsi come conseguenza di una fulminazione. Essi sono le seguenti:

- D1 Danno ad esseri viventi per elettrocuzione.
- D2 Danno materiale.
- D3 Guasto di impianti elettrici ed elettronici.

Tipo di perdita, L

Ciascun tipo di danno, solo o in combinazione con altri, può produrre diverse perdite conseguenti nell'oggetto da proteggere. Il tipo di perdita che può verificarsi dipende dalle caratteristiche dell'oggetto stesso ed al suo contenuto.

- L1 Perdita di vite umane (compreso danno permanente).
- L2 Perdita di servizio pubblico.
- L3 Perdita di patrimonio culturale insostituibile.
- L4 Perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

Rischio, R

Il rischio R è la misura della probabile perdita media annua. Per ciascun tipo di perdita che può verificarsi in una struttura può essere valutato il relativo rischio.

- - R1 Rischio di perdita di vite umane (inclusi danni permanenti).













- R2 Rischio di perdita di servizio pubblico.
- R3 Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile.
- R4 Rischio di perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

Rischio tollerabile, R_T

La definizione dei valori di rischio tollerabili R_T riguardanti le perdite di valore sociale sono stabilite dalla norma CEI EN 62305-2 e di seguito riportati.

- Rischio tollerabile per perdita di vite umane o danni permanenti ($R_T = 10^{-5}$ anni $^{-1}$).
- Rischio tollerabile per perdita di servizio pubblico ($R_T = 10^{-3}$ anni $^{-1}$).
- Rischio tollerabile per perdita di patrimonio culturale insostituibile ($R_T = 10^{-4}$ anni $^{-1}$).

Per ogni tipologia di rischio (R_1 , R_2 , R_3 o R_4), nella tabella seguente sono riportate le sue componenti:

Sorgente	S1			S2	S3			S4
								
Danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Comp. di rischio	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
R_1	SI	SI	SI ⁽¹⁾	SI ⁽¹⁾	SI	SI	SI ⁽¹⁾	SI ⁽¹⁾
R_2	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
R_3	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO
R_4	SI ⁽²⁾	SI	SI	SI	SI ⁽²⁾	SI	SI	SI

(1) Nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui i guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana

(2) Soltanto in strutture in cui si può verificare la perdita di animali

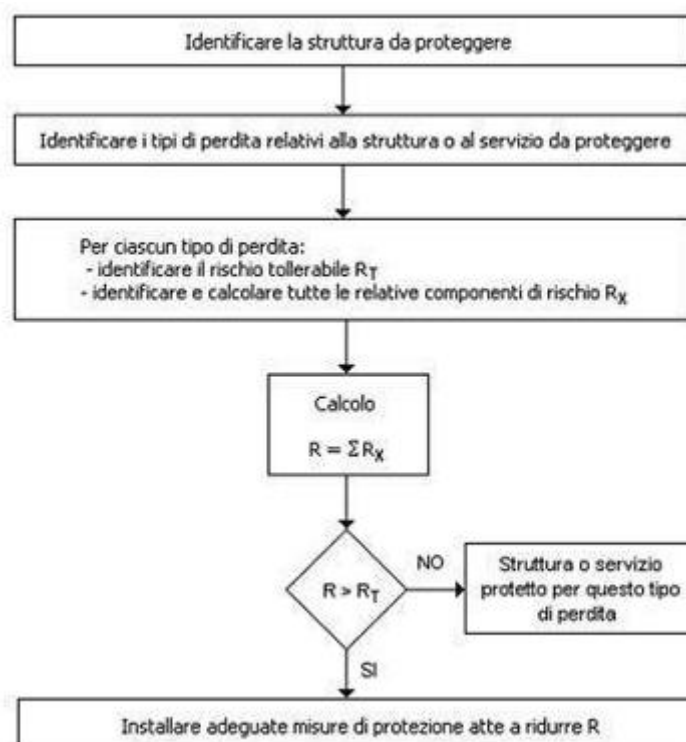
METODO DI VALUTAZIONE

Ai fini della valutazione del rischio (R_1 , R_2 , R_3 o R_4) si deve provvedere a:

- determinare le componenti RA, RB, RC, RM, RU, RV, RW e RZ che lo compongono;
- determinare il corrispondente valore del rischio Rx;
- confrontare il rischio Rx con quello tollerabile RT (tranne per R4)

Per ciascun rischio devono essere effettuati i seguenti passi (vedi anche figura successiva):

- identificazione delle componenti RX che contribuiscono al rischio;
- calcolo della componente di rischio identificata RX;
- calcolo del rischio totale R;
- identificazione del rischio tollerabile RT;
- confronto del rischio R con quello tollerabile RT.



Se $R_x \leq R_T$ la protezione contro il fulmine non è necessaria.

Se $R_x > R_T$ devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere $R_x \leq R_T$ per tutti i rischi a cui è interessato l'oggetto.

Per il rischio R_4 , oltre a determinare le componenti e il valore del rischio R_4 , deve essere effettuata la valutazione della convenienza economica della protezione effettuando il confronto tra il costo totale della perdita con e senza le misure di protezione.

Al fine di ridurre il rischio complessivo R_1 sono previsti degli SPD di classe III e IV su tutte le linee in ingressi agli inverter nonché a tutte le linee elettriche in ingresso alle Cabine di campo ed alla

Cabina di consegna pertanto, visti gli esiti delle verifiche effettuate, non è necessario realizzare alcun ulteriore sistema di protezione contro i fulmini per la struttura in questione in quanto il rischio dovuto al fulmine è già al di sotto del limite tollerato.

3.7.1. Interblocchi di sicurezza

La protezione può essere attuata per mezzo di:

- interruttori di manovra al posto di sezionatori;
- sezionatori di terra con potere di stabilimento;
- dispositivi di interblocco;
- interblocchi con chiavi non intercambiabili.

Secondo la norma CEI 17-6 CEI EN 62271-200: gli interblocchi possono avere due compiti:

- interdire l'accesso alle parti in tensione;
- impedire le manovre errate.

È consigliato l'interblocco di accesso al box del trasformatore e, nel caso di trasformatori in parallelo, il trascinarsi di apertura fra interruttore primario BT e interruttore secondario AT.

3.8. Prescrizioni meccaniche

I componenti elettrici e le strutture di supporto, comprese le loro fondazioni, devono sopportare i carichi meccanici previsti nel luogo di installazione.

3.9. Condizioni climatiche ed ambientali

Gli impianti devono essere idonei per operare nelle condizioni climatiche ed ambientali previste nel luogo di installazione.

4. STRADE D'ACCESSO E INTERNE AI CAMPI

4.1. Strade di accesso e viabilità di servizio

Gli interventi di realizzazione e sistemazione delle strade di accesso all'impianto si suddividono in due fasi:

FASE 1 – STRADE DI CANTIERE (sistemazioni provvisorie)

FASE 2 – STRADE DI ESERCIZIO (sistemazioni finali)

La viabilità interna all'impianto risulterà costituita principalmente da tratti di strade da realizzare ex novo, per collegare le cabine di campo e per raggiungere i diversi moduli fotovoltaici.

I nuovi tracciati avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire, la morfologia propria del terreno evitando eccessive opere di scavo o di riporto così come si evince dalle tavole dei profili stradali del progetto definitivo.

4.2. Fase 1 – strade di cantiere

Il percorso rappresentato nel progetto definitivo è stato concepito per far coincidere totalmente le strade di esercizio con quelle di cantiere, limitando le divisioni delle singole proprietà. Le strade durante la fase di cantiere dovranno avere una fondazione di imposta pari a una larghezza di circa 4 m e uno spessore di circa 20 cm, da uno strato di finitura per una larghezza di circa 4 m e uno spessore di 20 cm, così come dettagliato nel relativo progetto esecutivo.

In questa fase la sezione stradale, avrà larghezza variabile, rispetto a quella standard pari a 4 m definita indicativamente nelle tavole delle sezioni stradali del progetto, al fine di permettere senza intralcio il transito dei mezzi di trasporto e di montaggio necessari al tipo di attività che si svolgeranno in cantiere in fase di trasporto e montaggio dei moduli fotovoltaici.

Piccole variazioni possono essere consentite, soprattutto per quel che riguarda la consistenza del corpo stradale che potrebbe subire delle riduzioni dello spessore, in tratti ove l'andamento e la consistenza del terreno lo consentono.

Altre minime modifiche, possono essere consentite nel tracciato, sia planimetricamente che altimetricamente, al fine di ottimizzare il lavoro, ma garantendo sempre solidalmente:

- l'esecuzione ed il completamento di tutte le attività all'interno del campo (soprattutto passaggio degli automezzi e dei componenti),
- la percorribilità senza cedimenti e deformazioni localizzate della strada,
- l'occupazione dei suoli terreni contrattualizzati dalla Committente.

La viabilità dovrà comunque essere capace di permettere il transito nella fase di cantiere dei mezzi necessari ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'impianto (moduli

fotovoltaici, strutture di supporto e cabine), oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi, poiché tali automezzi saranno di consistenti peso e lunghezza.

L'adeguamento o la costruzione ex novo della viabilità di cantiere deve obbligatoriamente essere tale da garantire il deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali o artificiali oggi esistenti in loco. Le opere di convogliamento delle acque saranno realizzate in maniera tale da evitare sversamenti non regimentati nei terreni adiacenti alle sedi stradali; pertanto dovranno prevedersi, caso per caso e secondo le specifiche sezioni stradali raccordate al naturale pendio del terreno, scoline di raccolta trasversali o ubicate ai margini della sezione stradale, e fossi di guardia posizionati a monte e al piede dei rilevati nei casi in cui la strada sia ricavata in trincea o in scavo e rinterro; particolare attenzione si dovrà prestare nei punti di raccordo tra la nuova viabilità e quella esistente, al fine di salvaguardare l'attuale sistema di convogliamento delle acque meteoriche e al fine di evitare sversamenti diretti delle acque provenienti dalle nuove opere stradali su quelle esistenti. Per ovviare a inconvenienti del genere si dovrà prevedere la posa eventuale di tubazioni metalliche che attraversano il corpo stradale e canali di raccolta per intercettare le acque e permettere il loro corretto convogliamento e deflusso. Tanto premesso le opere connesse alla viabilità di cantiere saranno costituite dalle seguenti attività: Tracciamento stradale: comprende la determinazione dei punti fissi e delle quote di progetto della viabilità, la pulizia del terreno consistente nello scotico del terreno vegetale, il carico, trasporto a rifiuto o reimpiego del materiale; comprende lo sradicamento delle ceppaie e la selezione e l'accantonamento in situ del cotico erboso per il successivo reimpiego in fase di rinaturalizzazione delle aree di cantiere. In ogni tratto stradale bisognerà prestare particolare attenzione alle alberature e agli arbusti esistenti, che dovranno essere salvaguardati anche per la natura stessa delle aree di intervento che, sebbene non soggette a vincolo idrogeologico, risultano di particolare pregio; qualora si rendano necessari, per la corretta esecuzione delle opere eventuali tagli di arbusti e/o alberature, l'appaltatore, prima di procedere, è tenuto obbligatoriamente a darne comunicazione alla Direzione Lavori, la quale, previa autorizzazione delle Autorità Competenti, darà l'eventuale autorizzazione.

Formazione della sezione stradale: comprende opere di scavo ed eventuale formazione di rilevati. I materiali di scavo possibilmente dovranno essere reimpiegati in situ sia per la formazione dei rilevati di altri tratti stradali. Prima di riutilizzare il materiale scavato per la formazione dei rilevati, l'appaltatore dovrà essere autorizzato dalla Direzione Lavori, che provvederà a constatare l'idoneità del materiale da reimpiegare. Per quanto riguarda il riutilizzo in situ di materiale scavato per ripristinare le aree di cantiere, non necessarie alla fase di esercizio dell'impianto, l'Appaltatore dovrà separare e stoccare in aree predisposte, il terreno vegetale dal materiale arido, per

consentire alla Direzione Lavori la constatazione delle caratteristiche dei materiali e per stabilirne quindi il loro corretto riutilizzo.

In nessun caso, seppure sollecitato dai proprietari, l'Appaltatore può disseminare nei terreni limitrofi il materiale scavato e non riutilizzabile, senza l'autorizzazione della Direzione Lavori; questo al fine di salvaguardare le caratteristiche del sito, per rispettare i criteri progettuali adottati e per tenere fede a quanto dichiarato in tutti gli elaborati grafici e descrittivi del progetto autorizzato.

Formazione del sottofondo: è costituito dal terreno, naturale o di riporto, sul quale viene messa in opera la soprastruttura, a sua volta costituita dallo strato di fondazione e dallo strato di finitura. La superficie di posa deve essere priva di acque stagnanti e sagomata secondo la pendenza trasversale prevista per la realizzazione del piano transitabile finale. Quale che sia la natura dei terreni costituenti il sottofondo, esso deve essere opportunamente costipato ricorrendo ai più idonei rulli di costipamento, poiché per il sottofondo visto la mole di carichi che transiteranno all'interno del cantiere, si richiede un grado di costipamento maggiore o uguale al 95% della densità massima di riferimento (AASHTO Modificato), per uno spessore dell'ordine di 20 ÷ 40 cm. Qualora la natura del sottofondo sia tale per cui nonostante il corretto trattamento dello stesso non è possibile il raggiungimento del modulo suddetto si potrà ricorrere all'uso di materiale geotessile o di quant'altro l'appaltatore dovesse ritenere più opportuno.

Realizzazione dello strato di fondazione: è il primo livello della soprastruttura, ed ha la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo. Lo strato di fondazione, costituito da un opportuno misto granulare di pezzatura 4/7 cm, deve essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 20/30 cm. Il misto granulare richiesto, sia esso di cava che di frantumazione, deve essere costituito da elementi sani, duri, puliti, pertanto non potranno essere utilizzati misti granulari costituiti da clasti teneri, quali breccie calcaree, arenarie, tufi, pozzolane, ecc, e dovranno essere assolutamente assenti materiali dannosi, sia in forma pellicolare che come aggregati indipendenti. Per il costipamento si raccomanda l'impiego di un rullo liscio vibrante di peso compreso tra 6 e 8 t, agente sulla superficie da trattare ad una velocità massima di 1,5 Km/h, ed inoltre ogni singola striscia deve essere rullata con un minimo di 6 passate, con una percentuale di ricoprimento maggiore o uguale al 25%, iniziando dai bordi esterni per terminare con la fascia centrale.

Realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli e poiché non è previsto il manto bituminoso, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una pezzatura con diametro massimo di 30mm, mentre natura e caratteristiche del misto, modalità di stesa e di costipamento, rimangono gli stessi definiti per lo

strato di fondazione. Già in fase di cantiere dovrebbe essere realizzata la pavimentazione stradale costituita da: fornitura, stesa, inaffiamento e rullatura di uno strato di frantumato di cava di colore scuro di 3 cm, e la sagomatura della massicciata per il drenaggio spontaneo delle acque meteoriche, prevedendo altresì bande laterali di circa 50 cm costituite da materiale lapideo di maggiore pezzatura non costipato al fine di garantire il drenaggio delle acque.

4.3. Fase 2 – Strade di esercizio

La fase seconda prevede la regolarizzazione del tracciato stradale utilizzato in fase di cantiere, secondo gli andamenti precisati nel progetto della viabilità di esercizio; prevede altresì il ripristino della situazione ante operam di tutte le aree esterne alla viabilità finale e utilizzate in fase di cantiere nonché la sistemazione di tutti gli eventuali materiali e inerti accumulati provvisoriamente.

L'andamento della strada dovrà essere regolarizzato e la sezione della carreggiata utilizzata in fase di cantiere dovrà essere di 4,00 m, mentre tutti i cigli dovranno essere conformati e realizzati secondo le indicazioni della direzione lavori, e comunque riutilizzando terreno proveniente dagli scavi seguendo pedissequamente il tracciato della viabilità di esercizio.

Le opere connesse alla viabilità di esercizio saranno così realizzate:

- eventuale ripristino finale della pavimentazione stradale già realizzata in fase di cantiere ed indicata al paragrafo precedente al punto Realizzazione dello strato di finitura;
- Sagomatura della massicciata per il drenaggio spontaneo delle acque meteoriche e eventuali ripristini delle bande laterali drenanti già previste in fase di cantiere;
- Modellazione con terreno vegetale dei cigli della strada e delle scarpate e dei rilevati;
- Ripristino della situazione ante operam delle aree esterne alla viabilità di esercizio, delle zone utilizzate durante la fase di cantiere.

4.4. Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione della viabilità, e criteri di misurazione

4.4.1. Scavi di sbancamento a sezione ampia

Si definiscono scavi di sbancamento quelli eseguiti con qualunque mezzo meccanico a qualunque profondità, in terreni di qualsiasi natura e consistenza compresa la roccia tenera e dura, in presenza o meno di acqua, occorrenti per:

- Spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere i manufatti;
- Scotico dello strato superficiale di humus;

- Tagli di terrapieni;
- Formazione di piazzali, strade, rampe incassate;
- Apertura di trincee stradali, compresi cassonetti e cunette;
- Formazione ed approfondimento di fossi e canali di vasta superficie, ecc.;
- Scavo delle platee di fondazione e fondazioni di particolari dimensioni.

In generale sono considerati di sbancamento tutti quegli scavi nei quali possono operare, all'interno degli stessi, mezzi di scavo e di trasporto di qualsiasi tipo.

Gli scavi per piani di appoggio per platee di fondazione sono considerati scavi di sbancamento quando la loro superficie è superiore a 150 m², e sempre che in essi possano operare direttamente escavatori e mezzi di trasporto di qualsiasi tipo sia pure con la formazione, di rampe provvisorie.

Sono pure considerati scavi di sbancamento quelli sopra definiti e che l'Appaltatore, per qualsiasi ragione, esegue a mano oppure con mezzi meccanici operanti al di fuori dell'area dello scavo, ma che avrebbero potuto essere eseguiti con mezzi meccanici operanti all'interno dell'area di scavo.

4.4.2. Prescrizioni esecutive

Le prescrizioni che seguono sono valide qualunque sia la natura geologica delle terre, in presenza o meno d'acqua.

4.4.3. Prescrizioni generali per scavi di sbancamento ed a sezione obbligata

Gli scavi per qualsiasi genere di lavoro, eseguiti a mano e/o con mezzi meccanici, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, sia all'asciutto che in acqua, devono essere eseguiti fino alla quota di progetto e con le dimensioni prescritte, e secondo le eventuali prescrizioni particolari fornite per iscritto dalla Committente all'atto dell'esecuzione. L'Appaltatore può, per ragioni particolari di lavoro, e comunque previa autorizzazione scritta della Committente, approfondire gli scavi oltre la quota di progetto, o estenderli oltre le dimensioni prescritte; in tali casi però non gli verrà riconosciuto il maggior scavo eseguito e l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, oltre al normale reinterro, al riempimento della maggior sezione di scavo ed al relativo compattamento, impiegando materiale idoneo approvato dalla Direzione Lavori.

Si deve inoltre provvedere, a propria cura e spese, alla realizzazione e manutenzione delle opere necessarie affinché le acque eventualmente scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi, togliendo ogni impedimento che si oppone al regolare deflusso delle acque ed ogni causa di rigurgito, anche ricorrendo all'apertura di fossi di guardia, di canali fugatori, scoline, pozzi perdenti, ecc.; il tutto senza provocare danni ad altri manufatti ed opere, e senza causare interruzione nei lavori in genere.

Si possono utilizzare i materiali stessi per l'esecuzione di tutte quelle opere per le quali essi siano ritenuti idonei, previa autorizzazione scritta della Direzione Lavori.

Detti materiali potranno essere depositati, a cura e spese dell'Appaltatore, in un luogo opportunamente scelto entro l'area di cantiere, per essere poi ripresi e utilizzati a tempo opportuno. I materiali provenienti da scavi in roccia possono essere utilizzati, se ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, per murature e fondazioni stradali e, in subordine, per formazione di rilevati. I materiali non utilizzabili o non ritenuti idonei per altri impieghi nei lavori, devono essere portati a rifiuto fuori dall'area di cantiere; in ogni caso i materiali depositati non devono provocare impedimenti o danni ai lavori, alle proprietà pubbliche e private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

Particolare cura si deve usare durante i lavori di scavo, nei riguardi di fabbricati ed opere limitrofe e delle relative fondazioni. L'Appaltatore deve adottare, a sua cura e spese, tutti i provvedimenti atti ad evitare danni ed a garantire l'incolumità di persone e cose, assumendosene la totale responsabilità.

Se durante gli scavi vengono rinvenute opere, canalizzazioni, cunicoli, cavi di qualsiasi tipo, tubazioni in genere ed altri manufatti, previsti o imprevisi, l'Appaltatore deve fare quanto necessario perché le opere suddette restino nella situazione originaria e non risultino danneggiate dai lavori in corso.

La Direzione Lavori deve essere immediatamente avvisata dei suddetti rinvenimenti, sia per dare le istruzioni del caso, che per disporre, eventualmente, le opportune varianti del progetto. L'Appaltatore è comunque responsabile dei danni alle opere interessate dai lavori, nonché dei danni che dovessero derivare dalla manomissione delle stesse.

L'eventuale riparazione delle opere rinvenute e danneggiate ed i danni conseguenti sono a totale carico dell'Appaltatore.

Nel caso di rinvenimento di materiali contenenti sostanze nocive, l'Appaltatore deve preventivamente chiedere alla Committente istruzioni sul loro trattamento e destinazione, istruzioni alle quali deve poi attenersi scrupolosamente. I relativi costi saranno oggetto di apposita trattativa.

4.4.4. Prescrizioni per scavi di sbancamento

Gli scavi di sbancamento in terra o in roccia tenera devono essere eseguiti esclusivamente a macchina. Eccezione é prevista unicamente in caso di presenza di opere interrato di tale dislocazione da rendere impraticabile l'uso di mezzi meccanici.

Se l'appaltatore, nel caso di scavo in roccia tenera, dopo aver accertato l'impossibilità materiale di eseguire lo scavo con il solo mezzo meccanico come sopra detto, dovesse ritenere che gli scavi debbano essere eseguiti con l'ausilio di esplosivo, ne chiederà preventivamente l'autorizzazione scritta alla Direzione Lavori. L'Appaltatore deve informare la Direzione Lavori circa le scarpate necessarie e più opportune che esso intende adottare in relazione alla natura del terreno, e solamente dopo l'ottenimento della approvazione, può procedere nei lavori, restando comunque responsabile di eventuali danni alle persone, alle cose ed alle opere. Provvederà anche, a sua cura e spese, alla rimozione e allontanamento del materiale eventualmente franato.

Per quanto sopra non specificato si farà riferimento alle "norme tecniche DM 11/3/88".

4.4.5. Oneri compresi

Oltre agli oneri derivanti dalle prescrizioni di cui ai precedenti paragrafi, l'Appaltatore deve considerare compresi nei prezzi per gli scavi di sbancamento e per gli scavi a sezione obbligata i seguenti oneri:

- a) pulizia del terreno, consistente nel taglio di alberi, cespugli, arbusti, ecc. ed estirpazione di radici, ceppaie ed altro materiale deperibile, fino alla distanza di 1 m intorno all'area dello scavo;
- b) trasporto e scarico totale o parziale del materiale scavato, asciutto o bagnato, dal luogo di scavo fino al luogo o ai luoghi di scarico.
- c) livellamento del fondo degli scavi, regolarizzazione delle pareti e/o delle scarpate e formazione di eventuali gradoni;
- d) eventuali opere provvisorie a sostegno delle pareti degli scavi, costituite da semplici sbadacchiature in legno e/o in ferro, puntellamenti, armature di qualsiasi materiale, strutture provvisorie in legno e/o ferro, ecc., nonché gli oneri derivanti dalla presenza di dette opere provvisorie. Nessun compenso spetta all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato in dette sbadacchiature, armature, ecc. Tali oneri si intendono compresi nei prezzi degli scavi eseguiti fino a profondità dei primi 3 m sotto il piano di scavo generale e di sbancamento;

-
- a) per scavi in roccia, eseguiti a qualunque profondità, con uso di esplosivi, compressori, martelli demolitori, punte e fioretti, ecc., qualsiasi costo sostenuto per ottenere dalle Autorità competenti i permessi per l'impiego di esplosivi. L'impiego di esplosivi deve comunque essere approvato dalla Direzione Lavori e dalla Committente e deve avvenire adottando tutte le precauzioni e cure necessarie in relazione alla natura delle rocce da rimuovere, allo scopo di evitare il disgregamento della roccia stessa oltre il perimetro di scavo previsto dal progetto, e sul fondo. Gli scavi aggiuntivi che si rendessero necessari per l'eliminazione di parti disgregate e il risanamento delle pareti o del fondo, i relativi rinterri con materiale approvato dalla Direzione Lavori, eventuali danni provocati dagli esplosivi alle opere adiacenti, nonché i relativi rifacimenti, sono a completo carico dell'Appaltatore;
- b) formazione di rampe di accesso al piano di sbancamento ed eventuale successivo ripristino dell'area;
- c) rinterro degli scavi e loro costipamento. I rinterri devono essere eseguiti collocando il materiale a strati di spessore non superiore ai 30 cm scartando, nel caso di materiale roccioso, quelle pezzature che non consentono di raggiungere un'adeguata compattazione. Il materiale impiegato per il rinterro di scavi deve essere sano e privo di sostanze putrescibili, e comunque di qualità idonea e caratteristiche preventivamente approvate. Qualora il materiale proveniente dallo scavo, a giudizio della Direzione Lavori, non sia ritenuto idoneo per i rinterri, deve essere impiegato materiale proveniente da cave di prestito o da altri luoghi.

4.4.6. Norme di misurazione

Qualora il direttore dei lavori imponesse delle varianti, la contabilizzazione della variante rispetto al progetto avverrà come appresso descritto.

- a) La misurazione degli scavi di sbancamento è effettuata con il metodo delle sezioni raggugliate. All'atto della consegna dei lavori, l'Appaltatore esegue in contraddittorio con la Committente il controllo delle quote effettive del terreno in base alle sezioni trasversali, e la verifica delle distanze tra le sezioni stesse. Il volume degli scavi è determinato in base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto. Il volume degli scavi risulta generalmente dai disegni di progetto e corrisponde alla massima superficie della costruzione da eseguire (misurata in pianta) moltiplicata per la relativa altezza, il tutto maggiorato del volume delle scarpate. Gli oneri per eventuali rampe, piste di accesso

ecc., (scavi, riporti, costipamenti) saranno a completo carico dell'Appaltatore, e le relative quantità non verranno pertanto contabilizzate.

- b) Gli scavi che in base alle descrizioni possono essere considerati generali di sbancamento, e il cui perimetro sia completamente delimitato da palancole tipo Larssen o similari, vengono classificati come scavi a sezione obbligata e contabilizzati con i relativi articoli di Prezziario, limitatamente agli scavi inclusi in una fascia a contatto con il palancole di larghezza in pianta di 2 m
- c) Per lo scavo di sedi stradali resta inteso che la sagoma di progetto delimitante le aree di scavo è quella che segue il fondo dei cassonetti.
- d) Per lo scavo di sbancamento in roccia tenera eseguito con l'ausilio di esplosivo e/o di martello demolitore, sarà applicabile il prezzo previsto nel Prezziario solo per le porzioni di scavo per le quali si sia resa strettamente necessaria tale metodologia.

4.4.7. Riporti e rilevati

Si tratteranno esclusivamente i riporti eseguiti con:

- materiali provenienti da scavi e/o da depositi esistenti nell'area di cantiere;
- materiali provenienti da cave all'interno e/o all'esterno dell'area di cantiere. In base alla destinazione i riporti vengono così distinti:
 - a) riporti e/o rilevati destinati a costituire riempimento generale di aree per impianti fino alle quote di progetto;
 - b) riporti destinati a costituire il corpo di rilevati stradali, escluse le fondazioni stradali propriamente dette;

L'esecuzione dei riporti, essendo subordinata al programma generale di esecuzione degli impianti, può subire variazioni, sia nel programma che nelle modalità esecutive.

Per i criteri da seguire nel progetto e nell'esecuzione dei lavori, per quanto non specificato, si rinvia alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno della terra e delle opere di fondazione" contenute nel D.M. 11/3/1988, ed a quanto indicato nella Circolare del MINISTERO LL.PP. n. 30483 del 24/9/1988" in seguito "norme tecniche DM 11/3/88".

5. REALIZZAZIONE DEL CAVIDOTTO E LINEE DI COMUNICAZIONE

5.1. Lavori di scavo, realizzazione del cavidotto, posa dei cavi di collegamento e ripristino finale

I lavori elettrici da effettuare per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, possono dividersi in:

- Realizzazione del cavidotto all'interno del parco fotovoltaico che collega tutte le cabine di campo tra di loro;
- Realizzazione del collegamento in fibra ottica tra le cabine di campo;
- Realizzazione del cavidotto per il collegamento delle cabine di campo con la cabina di raccolta/smistamento (se presente), oppure il collegamento tra le cabine di campo e la stazione elettrica di trasformazione;
- Realizzazione del cavidotto per il collegamento tra la cabina di raccolta/smistamento (se presente) e la stazione elettrica di trasformazione;
- Realizzazione della connessione in fibra ottica tra le cabine di campo e la cabina di raccolta/smistamento (se presente), oppure il collegamento tra le cabine di campo e la stazione elettrica di trasformazione;
- Realizzazione della connessione in fibra ottica tra la cabina di raccolta/smistamento (se presente) e la stazione elettrica di trasformazione.
- attestazione di cavi in fibra ottica;
- tubo corrugato o rigido con diametro interno Ø 50 mm;
- fibra ottica multimodale 50/125 a 18-24 fibre e single- modale 9/125 a 8 fibre;
- attestazioni per cavi in fibra ottica;
- corda di rame nuda;

Le forniture di materiali edili per la realizzazione dei cavidotti sono costituite da:

- Nastro segnalatore in PVC per cavi in tensione
- Protezione meccanica cavi AT
- Tubo PEAD corrugato doppia parete D=220 mm
- sabbia vagliata;
- terreno vegetale;
- massicciata stradale;
- asfalto.

5.2. Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione delle opere di collegamento elettrico, e criteri di

misurazione

5.2.1. Linee elettriche e di comunicazione

Le linee elettriche e di comunicazione per il collegamento tra le cabine di campo, tra queste e la cabina di raccolta e la stazione elettrica di trasformazione, dovranno essere realizzate con cavi interrati e cavi di fibra ottica. Il collegamento tra la stazione elettrica di trasformazione e le infrastrutture della Rete di Trasmissione Nazionale saranno con linee in cavo interrato ad Alta Tensione e fibra ottica.

Le linee in cavo interne ed esterne al parco fotovoltaico (di comando/segnalazione e di trasporto dell'energia prodotta) dovranno essere posate secondo le modalità valide per le reti di distribuzione elettrica dettate dalla vigente normativa, seguiranno percorsi interrati disposti lungo l'asse della viabilità di servizio e ai margini delle strade.

Per realizzare il collegamento elettrico si dovrà predisporre possibilmente al centro della carreggiata della viabilità o ai margini della stessa, uno scavo di larghezza 0,45 m per un 1 o 2 terne fino ad un massimo di 1,2 m per 5 terne, per una profondità tale che il fondo dello scavo risulti ad una quota di -1,30 m dal piano stradale o di campagna.

Al termine dello scavo si predispongono i vari materiali, partendo dal fondo dello scavo, nel modo seguente:

- disposizione di uno strato di 10 cm di sabbia;
- posa del conduttore di terra qualora necessario e del conduttore di energia, secondo le specifiche di progetto (qualora è previsto una posa in tubi questi verranno posati in questa fase);
- posa del tubo corrugato o rigido del diametro interno di 50 mm per inserimento di una linea in fibra ottica;
- disposizione di uno strato di sabbia di 30 cm;
- disposizione di uno strato con terreno di risulta opportunamente vagliato;
- posa del nastro segnaletico;
- riempimento finale con il materiale di risulta dello scavo e ripristino del manto stradale ove necessario.

Nel caso di attraversamenti stradali, in senso trasversale o longitudinale all'asse della strada, a meno di specifiche ancora più restrittive dell'ente proprietario o concessionario della strada, si dovrà procedere al taglio del manto di asfalto ove presente per una larghezza di 1-1,5 m, alla scomposizione della massicciata stradale e lo scavo del terreno sottostante fino ad una quota di -1,30 m dal piano stradale, quindi procedere al successivo riempimento così come specificato precedentemente, tenendo conto che si dovrà procedere al ripristino della massicciata stradale e

ove presente del relativo manto di asfalto, con gli stessi spessori ante operam, e comunque tali da garantire il non verificarsi, nel corso del tempo, di eventuali cedimenti che danneggino la sede stradale o i sottostanti cavi elettrici.

Specifiche della sabbia: La sabbia dovrà essere di fiume, di cava, ecc., purché la stessa risulti lavata e vagliata (diametro: 1÷4 mm). È assolutamente da escludere la presenza di particelle di dimensioni superiori.

Specifiche del materiale di rinterro: Il materiale di rinterro ove possibile sarà ricavato dal materiale di risulta dello scavo, purché vagliato, al fine di evitare necessariamente la presenza di inerti di pezzatura superiore a 30 mm, o ferrosi. Qualora non sia disponibile sul sito si utilizzerà materiale vegetale opportunamente vagliato.

Il collegamento tra la stazione elettrica di trasformazione e le infrastrutture RTN dovrà essere realizzato mediante un cavidotto AT per il quale dovrà essere predisposto uno scavo a sezione ristretta della larghezza di 0.70 m per una profondità tale che il fondo dello scavo risulti ad una quota di -1.60 m dal piano campagna.

Al termine dello scavo si predispongono i vari materiali, partendo dal fondo dello stesso, nel modo seguente:

- Strato per 10 cm di cemento magro a resistività termica controllata 1,2 K*m/W
- Posa dei conduttori di energia, secondo le specifiche di progetto;
- Posa delle lastre di cemento armato di protezione sui due lati;
- Strato di riempimento per cm 40 di cemento magro a resistività termica controllata;
- Posa del tri-tubo in PEAD del diametro di 50 mm per l'inserimento del cavo in fibra ottica;
- Copertura con piastra di protezione in cemento armato vibrato prefabbricato secondo le specifiche di progetto;
- Rete in PVC arancione per segnalazione delimitazione cantiere;
- Riempimento con materiale riveniente dallo scavo opportunamente vagliato
- Posa del nastro segnalatore in PVC con indicazione cavi in alta tensione;
- Riempimento con materiale riveniente dallo scavo fino alla quota di progetto;
- Ripristino dello strato superficiale come ante-operam

5.2.2. Prescrizioni per scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata dovranno essere eseguiti con macchine escavatrici di qualsiasi tipo, purché di ingombro adeguato, in relazione all'ubicazione ed alle dimensioni degli scavi.

I piani di fondazione devono essere resi perfettamente orizzontali. Il fondo scavo deve essere regolare, senza fratture, sfaldature, residui organici o comunque dannosi. Le sporgenze devono essere eliminate ed i vuoti non devono essere riempiti con i materiali scavati.

Durante la posa bisognerà eliminare dal piano di posa qualsiasi pietra o altro che sia caduta sul piano di posa. Si sottolinea l'importanza di posizionare la protezione meccanica o comunque gli elementi protettivi in posizione corretta al fine di evitare che per effetto di carichi sulla sede stradale la stessa possa intaccare la guaina del cavo.

A completamento di questo strato i materiali utilizzati per il riempimento devono essere compressi ed eventualmente irrorati in modo da evitare cedimenti.

5.2.3. Prescrizioni per la posa dei cavi

Durante le operazioni di posa o di spostamento dei cavi per installazione fissa, la loro temperatura, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o addirittura, non deve essere inferiore a 0°. Pertanto se la temperatura ambiente dovesse essere inferiore ai valori indicati, si dovrà avere cura di predisporre lo scavo in tutti i particolari e portare a piè d'opera il cavo solo quando tutto è pronto per la messa in opera; in tal caso il cavo dovrà provenire da un deposito chiuso nel quale la temperatura dello stesso deve essere notevolmente superiore alla temperatura minima suddetta in quanto i cavi avvolti su bobine seguono con molto ritardo le variazioni di temperatura ambientali.

Nel corso dello svolgimento del cavo dalla bobina si effettuerà un puntuale controllo a vista dello stesso, le estremità dei cavi tagliate per la posa devono essere tempestivamente protette con cappucci di materiale termorestringente, qualora non venga subito eseguita la giunzione o la terminazione.

I cavi non devono subire brusche piegature, ammaccature, scalfitture e stiramenti della guaina, devono essere posati in trincea seguendo un percorso leggermente sinuoso.

Per ridurre al minimo le sollecitazioni meccaniche del cavo, lo stendimento deve avvenire seguendo le modalità più idonee in relazione alle caratteristiche del tracciato, al sistema di posa adottato ed alle condizioni ambientali.

La bobina deve essere posizionata con l'asse di rotazione perpendicolare al tracciato di posa ed in modo che lo svolgimento del cavo avvenga dal basso. Per la posa del cavo con tiro meccanico è prescritto l'impiego di un argano a motore con frizione automatica a sgancio munito di apparecchiatura per il controllo continuo dello sforzo di trazione; l'applicazione del tiro deve avvenire in modo graduale e per quanto è possibile continuo, evitando le interruzioni e senza superare i 50 N (conduttori in alluminio) - 60N (conduttori in rame) per mm² di sezione totale dei conduttori.

Non è consentita la posa del cavo con l'impiego di altri mezzi meccanici non rispondenti ai suddetti requisiti.

Durante lo svolgimento del cavo gli sforzi di tiro devono sollecitare solo i conduttori del cavo impiegando allo scopo idonei dispositivi di attacco alla testa del cavo dotati di giunto snodato atto a scaricare i movimenti torcenti che si sviluppano nella fune di trazione. Durante tutta la fase di

stendimento comunque non devono essere applicati sforzi di tiro superiori a quelli previsti dal costruttore per il cavo.

Al fine di evitare anomale sollecitazioni del cavo lo svolgimento della bobina deve avvenire mediante rotazione meccanica o manuale della stessa impedendo la rotazione della bobina per effetto del tiro del cavo.

Lo scorrimento del cavo deve avvenire su appositi rulli predisposti sul fondo dello scavo allo scopo di escludere durante il tiro l'attrito derivante dal contatto del cavo con il terreno. Occorrerà distribuire convenientemente i rulli sul fondo dello scavo con una interdistanza non superiore a 3 m. assicurandosi che essi siano ben stabili e che risultino ben allineati longitudinalmente e siano disposti con il loro asse perfettamente perpendicolare rispetto al cavo.

Nelle curve bisognerà usare rulliere di guida in grado di garantire raggi di curvatura non inferiori a quelli previsti dal costruttore del cavo. Nelle curve in piano sul fondo dello scavo occorre inoltre disporre rulli orizzontali con interdistanza non superiore a 60 cm per sostenere il cavo e la fune.

5.2.4. Prescrizioni per la realizzazione di giunzioni e terminazioni

Gli accessori (giunzioni e terminazioni) devono essere idonei a sopportare le sollecitazioni elettriche, termiche e meccaniche previste durante l'esercizio dei cavi in condizioni ordinarie ed anomale.

Si ritiene indispensabile che il personale impiegato nelle operazioni di confezionamento di giunzioni e terminazioni sia in possesso di specializzazione conseguita con idonea formazione (enti CESI, ENEL o fornitori di cavi Alcatel, Pirelli, ecc) e successiva esperienza lavorativa.

I giunti dovranno essere del tipo termorestringente, e scelti in relazione al livello di tensione alle condizioni di funzionamento a correnti ordinarie (90°C) e alle correnti di corto circuito (250°C).

Le terminazioni interne devono essere di materiali e di forma appropriati in relazione ai conduttori che devono collegare e alla tensione a cui devono funzionare.

I connettori devono poter ospitare e trattenere sicuramente tutti i fili elementari dei conduttori e devono essere realizzati in modo tale che, durante l'esercizio, non si verifichino dei conduttori conseguenti a fenomeni vibratorii, termici ecc.

Sarà comunque necessario tener conto delle seguenti indicazioni:

- Non eseguire mai i giunti o i terminali all'aperto quando le condizioni atmosferiche non sono buone o quando la temperatura esterna è al di sotto dello zero. Per interventi in caso di necessità, in presenza di pioggia, neve o nebbia, è necessario proteggere la parte del cavo su cui si lavora con apposita tenda;
- Nelle operazioni di sistemazione e collocazione di terminazioni nei quadri o sui sostegni è necessario operare sul cavo in quanto i terminali non devono essere sollecitati non potendo sopportare sforzi di trazione;

- Collocato il terminale nella sua posizione definitiva il cavo va sagomato e fissato alla struttura di sostegno per non sollecitare il terminale meccanicamente; in tale posizione i raggi di curvatura del cavo non devono risultare inferiori ai raggi di curvatura indicati dal costruttore;
- Il giunto va adagiato sul fondo dello scavo in modo da avere nel piano di posa un supporto continuo per la sua intera lunghezza e ricoperto di uno strato di sabbia, terra vagliata o pozzolana aggiungendo altro materiale simile fino a sovrastare la sommità del giunto di almeno 10 cm.,
- In corrispondenza di giunti o terminali non sono previste scorte di cavo.
- Il giunto deve essere contornato da un cassonetto di mattoni e sabbia o terra vagliata che lo contorni completamente sui fianchi laterali e superiormente.

5.2.5. Prescrizioni per esecuzione di giunzioni e terminazioni cavi fibra ottica

Ogni accessorio, giunzione o terminazione, da eseguirsi sui cavi in fibra ottica dovranno avere caratteristiche ottiche, ovvero perdite ottiche, riportate nelle prescrizioni tecniche e nei manuali del produttore degli aerogeneratori, e rispondenti alle norme IEC 60794-1-2.

5.2.6. Prescrizione per esecuzione di indagini georadar

L'Appaltatore dovrà verificare puntualmente in sito le caratteristiche delle pavimentazioni stradali e dei suoli, nonché rintracciare ed individuare le reti di servizi interrati preesistenti. In particolare l'appaltatore è tenuto ad eseguire indagini approfondite di prospezione del suolo con modalità georadar mediante l'utilizzo di apparecchiature elettromagnetiche che consentano la ricostruzione di sezioni stratigrafiche di profondità continua lungo tutto il tracciato di investigazione; le sezioni radar stratigrafiche risultanti devono essere consegnate in copia al Committente.

L'Appaltatore deve effettuare l'interpretazione qualitativa, basata sull'analisi delle caratteristiche delle diverse riflessioni (geometria, intensità, ecc.) ed analitica (ottenuta mediante l'applicazione di specifici processi di filtraggio), allo scopo di localizzare tubazioni, cavi energia, cavità ed altri sottoservizi.

L'operazione consiste nell'individuare e riportare sugli elaborati raffiguranti il tracciato definitivo del cavidotto AT le reti non rappresentate e proporre eventuali correzioni o alternative puntuali al tracciato definitivo qualora dall'indagine effettuata siano risultate interferenze tali da non consentire la pratica esecuzione del tracciato rappresentato; inoltre deve consegnare al Committente una relazione sull'interpretazione dei dati rilevati dalle indagini eseguite.

Le indagini saranno eseguite nelle aree e nei tempi stabiliti dal committente sentiti i responsabili della conduzione ed esercizio dell'impianto

5.2.7. Prescrizione per esecuzione perforazioni (T.O.C.)

Lungo il tracciato di posa previsto dal progetto, potrà essere richiesto il superamento di alcune interferenze e/o sottoservizi utilizzando la tecnica di perforazione controllata indicata in progetto. L'attraversamento dovrà avvenire con una macchina perforante guidata direzionalmente con idonei sistemi controllati digitalmente. La perforazione può avvenire con:

tecniche di perforazione a rotazione o altri sistemi meccanici dislocanti;

tecniche di perforazione tramite fluidi (acqua a pressione, aria compressa ecc.) o altri sistemi non dislocanti, con l'utilizzo di additivi (per es. bentonite) atti a non far rifluire terreno all'interno del foro.

All'uscita, la testa perforante può essere sostituita da idoneo apparecchio su cui possono essere fissate le tubazioni in cui devono essere successivamente introdotti i cavi.

Di norma tali sistemi non comportano la preventiva realizzazione di manufatti quali camere, muri di spalla e/o di contrasto ecc.

5.2.8. Collaudo

Prima della messa in servizio dei cavidotti comprensivi di giunzioni e terminazioni, si deve eseguire un controllo completato dalle prove prescritte dalla Norma CEI 11-17, allo scopo di assicurarsi che il montaggio degli accessori sia stato eseguito senza difetti e che i cavi non siano stati deteriorati durante la posa.

5.2.9. Norme di misurazione

Gli scavi di trincee per cavi elettrici vengono computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di fondo scavo richiesta dal disegno, per la loro profondità, misurata dal piano di campagna o dello sbancamento, con larghezza minima di fondo trincea pari a 0,5 m.

Nel caso l'Appaltatore, per ragioni sue particolari, esegua gli scavi a sezione obbligata prima del superiore scavo di sbancamento generale, lo scavo a sezione obbligata viene contabilizzato dalla quota di fondo dello sbancamento a fondo scavo come da progetto.

Per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, sbadacchiature o simili strutture, il volume di dette strutture viene escluso dal volume di scavo.

Gli scavi a sezione obbligata per la posa di fognature, acquedotti, condutture in genere, ecc., sono computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di fondo scavo per la loro profondità, a partire dal piano di campagna o dello scavo di sbancamento.

I cavi di energia e di segnale verranno contabilizzati in base alla lunghezza effettiva posata deducibile dai dati riportati sulle bobine e sul cavo.

I giunti e le terminazioni verranno contabilizzati a terne tripolari secondo quanto riscontrato nella realizzazione dell'opera.

6. REALIZZAZIONE DELLA RECINZIONE PERIMETRALE

6.1. Opere connesse all'esecuzione della recinzione

Le opere preliminari necessarie per eseguire la recinzione perimetrale sono le seguenti:

- il trasporto e lo scarico della rete metallica, dei paletti a "T" in acciaio, del filo spinato e del cavo tendirete, e il loro posizionamento in aree prossime alle posizioni di definitivo montaggio;
- lo scotico del terreno vegetale necessario al raggiungimento della quota stabilita dalla DD.LL. del piano di posa della recinzione.

6.2. Organizzazione, oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione della recinzione, e criteri di misurazione

In linea generale per la realizzazione della recinzione dovranno prima essere tracciati e picchettati i punti di installazione per far sì che le opere non ricadano in aree non contrattualizzate, inoltre è necessario picchettare anche la posizione dei paletti in acciaio per avere il giusto interasse tra gli stessi.

Prima di effettuare la trivellazione dei fori di alloggiamento dei paletti/montanti è necessario assicurarsi che la ditta appaltatrice abbia a disposizione in cantiere tutto l'occorrente per la corretta installazione della recinzione

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc. e le strutture costituite da getto in opera, saranno in genere misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei relativi prezzi oltre agli oneri delle murature in genere, s'intendono compensati tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

Qualora il direttore dei lavori imponesse delle varianti, la contabilizzazione della variante rispetto al progetto avverrà come appresso descritto.

