



**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**  
**COMUNE DI VILLASOR**



**Provincia del Sud Sardegna (SU)**

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO**  
**AGRO-FOTOVOLTAICO DENOMINATO VILLASOR**

Loc. "Su Pranu", Villasor (SU) - 09034, Sardegna, Italia

Potenza Nominale 72'063,68 kWp + Sistema di accumulo di Potenza Nominale 26'340 kW

	<p><b>Coordinamento Progettisti</b> <b>INNOVA SERVICE S.r.l.</b> Via Santa Margherita n. 4 - 09124 Cagliari (CA) P.IVA 03379940921, PEC: <a href="mailto:innovaserviceca@pec.it">innovaserviceca@pec.it</a></p>	<p><b>Gruppo di lavoro VIA (S.I.G.E.A. S.r.l.)</b> Dott. Geol. Luigi Maccioni - Coordinamento VIA Ing. Manuela Maccioni - Paesaggio Dr. Nat. Roberto Cogoni - Fauna Flora Vegetazione Dott.ssa Cristiana Cilla - Archeologia Dott. Geol. Stefano Demontis – Georisorse Dott. Geol. Valentino Demurtas – Georisorse</p> <p><b>Gruppo di lavoro Progettazione Agronomica</b> Agr.Stefano Atzeni – Agronomo</p> <p><b>Gruppo di lavoro Progettazione Elettrica</b> Ing. Silvio Matta – Ing. Elettrico</p> <p><b>Altri Progettisti</b> Ing. Luca Marmocchi – Strutturista Arch. Giorgio Roberto Porpiglia – Progettista</p>
	<p><b>Coordinamento gruppo di lavoro VIA</b> <b>S.I.G.E.A. S.r.l.</b> Via Cavalcanti n. 1 - 09047 Selargius (CA) P.IVA 02698620925, PEC: <a href="mailto:sigeamaccioni@pec.it">sigeamaccioni@pec.it</a></p>	
	<p><b>Committente - Sviluppo progetto FV:</b> <b>ALFA ARIETE S.r.l</b> Via Mercato n. 3/5 - 20121 Milano (MI) P.IVA 11850890960, PEC: <a href="mailto:alfaarietesrl@lamiapec.it">alfaarietesrl@lamiapec.it</a></p>	
	<p><b>Sviluppo progetto Agricolo:</b> <b>Azienda Agricola Lotta Marco Michele</b> Via Ponti sa Murta n. 21 - 09097 San Nicolò D'Arcidano (OR) P.IVA 01134970951, PEC: <a href="mailto:marcomichelelotta@pec.it">marcomichelelotta@pec.it</a></p>	

Elaborato

**DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE**

Codice elaborato		Scala		Formato
REL_SP_DISC				
REV.	DATA	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Giugno 2023	Ing. Silvio Matta		ALFA ARIETE S.r.l.

Note



---

## SOMMARIO

CAPITOLO 1 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE .....	7
Art. 1 Introduzione .....	7
Art. 2 UBICAZIONE INTERVENTO .....	7
Art. 3 DESCRIZIONE DELL'OPERA DA REALIZZARE .....	7
Art. 4 SCOPO DEL LAVORO .....	8
4.1 Introduzione .....	8
CAPITOLO 2 - PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI .....	10
Art. 5 REQUISITI DI RISPONDEZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI .....	10
Art. 6 NORME PER LA PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI SUL LAVORO .....	10
Art. 7 PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI - CAVI E CONDUTTORI.....	10
Art. 8 TUBI PROTETTIVI - PERCORSO TUBAZIONI - CASSETTE DI DERIVAZIONE.....	12
Art. 9 TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE .....	13
Art. 10 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, INTERRATI .....	14
Art. 11 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN CUNICOLI PRATICABILI.....	14
Art. 12 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN TUBAZIONI, INTERRATE O NON INTERRATE, O IN CUNICOLI NON PRATICABILI .....	15
Art. 13 POSA AEREA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, NON SOTTO GUAINA, O DI CONDUTTORI ELETTRICI NUDI .....	15
Art. 14 POSA AEREA DI CAVI ELETTRICI, ISOLATI, SOTTO GUAINA, AUTOPORTANTI O SOSPESI A CORDE PORTANTI .....	16
Art. 15 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	16
Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti .....	16
Art. 16 COORDINAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA CON DISPOSITIVI DI INTERRUZIONE.....	17
Art. 17 PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO .....	18
Art. 18 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE.....	18
Art. 19 PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE .....	19
Art. 20 PROTEZIONE DA SOVRATENSIONI PER FULMINAZIONE INDIRETTA E DI MANOVRA.....	19

---

Art. 21 PROTEZIONE CONTRO I RADIODISTURBI.....	19
Art. 22 STABILIZZAZIONE DELLA TENSIONE.....	20
Art. 23 MAGGIORAZIONI DIMENSIONALI RISPETTO AI VALORI MINORI CONSENTITI DALLE NORME CEI E DI LEGGE .....	20
CAPITOLO 3 - CABINE DI TRASFORMAZIONE.....	20
Art. 24 PREMESSA.....	20
Art. 25 CARATTERISTICHE ELETTRICHE GENERALI.....	21
Art. 26 TRASFORMATORI.....	21
Art. 27 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI .....	21
Art. 28 PROTEZIONE CONTRO L'ANORMALE RISCALDAMENTO DELL'OLIO .....	21
Art. 29 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	22
Art. 30 PROTEZIONI MECCANICHE DAL CONTATTO ACCIDENTALE CON PARTI IN TENSIONE .....	22
Art. 31 PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI DI ORIGINE ATMOSFERICA .....	22
Art. 32 ATTREZZI ED ACCESSORI .....	22
Art. 33PROTEZIONE CONTRO GLI INCENDI.....	22
Art. 34 PROTEZIONE DI BASSA TENSIONE DELLA CABINA .....	22
Art. 35 DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER LA CONSEGNA DELLE CABINE DI TRASFORMAZIONE .....	23
CAPITOLO 4 - DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE.....	23
Art. 36 TIPO DI ILLUMINAZIONE (O NATURA DELLE SORGENTI) .....	23
Art. 37 APPARECCHIATURA ILLUMINANTE.....	24
Art. 38 UBICAZIONE E DISPOSIZIONE DELLE SORGENTI .....	24
Art. 39 POTENZA EMITTENTE (LUMEN).....	24
CAPITOLO 5 - SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE E STRUTTURALI.....	24
Art. 40 PREMESSE .....	24
Art. 41 ALLESTIMENTO DI CANTIERE .....	25
Art. 42 VIDEOSORVEGLIANZA E TELECONTROLLO .....	25
Art. 43 SCAVI E MOVIMENTI DI TERRA.....	26
Art. 44 RILEVATI E RINTERRI .....	26
Art. 45 RINVERDIMENTO SCARPATE E DIFESE SPONDALI .....	26
Art. 46 PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI .....	27

---

Art. 47 SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE.....	28
Art. 48 SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI TERRA.....	29
Art. 49 CANALIZZAZIONI.....	29
Art. 50 NUMERO MASSIMO DI CAVI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI FLESSIBILI.....	30
Art. 51 NUMERO MASSIMO DI CAVI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI RIGIDI.....	30
Art. 52 TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE.....	31
Art. 53 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI SOTTO GUAINA.....	31
IN TUBI INTERRATI.....	31
IN CUNICOLI PRATICABILI.....	32
IN TUBAZIONI A PARETE, O IN CUNICOLI NON PRATICABILI.....	32
Art. 54 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	32
Art. 55 PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO.....	32
Art. 56 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE.....	33
Art. 57 IMPIANTO FOTOVOLTAICO GRID-CONNECTED.....	33
a. Modulo fotovoltaico.....	33
b. Inverter.....	36
d. Struttura di Sostegno.....	39
Art. 58 QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	40
Art. 59 INTERRUTTORI SCATOLATI.....	40
Art. 60 INTERRUTTORI AUTOMATICI MODULARI CON ALTO POTERE DI INTERRUZIONE.....	40
Art. 61 QUADRI DI COMANDO E DISTRIBUZIONE IN MATERIALE ISOLANTE.....	40
Art. 62 CABINA DI RACCOLTA DI AREA (Cabina di Campo).....	40
Art. 63 CABINA DI RACCOLTA GENERALE.....	43
Art. 64 Recinzione.....	44
Art. 65 Cancelli di accesso.....	44
Art. 66 Modo di esecuzione e ordine dei lavori.....	45
Art. 67 Gestione dei lavori.....	45
CAPITOLO 6 - VERIFICHE E ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI.....	45

---

Art. 68 Ordine dei lavori .....	45
Art. 69 Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti.....	46
Art. 70 Verifiche provvisorie a lavori ultimati .....	46
Art. 71 Esame a vista .....	46
Art. 72 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione.....	47
Art. 73 Verifica delle stabilità dei cavi.....	47
Art. 74 Misura della resistenza di isolamento.....	47
Art. 75 Misura delle cadute di tensione .....	47
Art. 76 Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi .....	48
Art. 77 Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti.....	48
Art. 78 Verifica tecnico-funzionale .....	48
Art. 79 Norme generali comuni per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo degli impianti.....	49
CAPITOLO 7 - SICUREZZA NEI CANTIERI.....	49
Art. 80 Norme di sicurezza generali .....	49
Art. 81 Sicurezza sul luogo di lavoro.....	50
Art. 82 Piani di sicurezza e Coordinamento.....	50
Art. 83 Modifiche ed integrazioni al piano di sicurezza e coordinamento.....	50
Art. 84 Piano operativo di sicurezza .....	51
Art. 85 Osservanza ed attuazione dei piani di sicurezza .....	51
Art. 86 Custodia del cantiere.....	52
Art. 87 Cartello di cantiere .....	52
CAPITOLO 8 - NORME FINALI.....	52
Art. 88 Oneri ed obblighi a carico dell'appaltatore .....	52
Art. 89 Obblighi speciali a carico dell'appaltatore.....	54

---

## **CAPITOLO 1 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE**

### ***Art. 1 Introduzione***

LAVORI EDILI RELATIVI ALLA COSTRUZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA 64,45 MW

Da realizzarsi in agro del Comune di Villasor Provincia del Sud Sardegna (SU).

Tutte le opere saranno eseguite secondo il Piano di coordinamento della Sicurezza per la L. 81/08e successive integrazioni. Tutti gli oneri relativi sono compresi nel Computo Metrico allegato.

### ***Art. 2 UBICAZIONE INTERVENTO***

L'area interessata è individuata al catasto terreni ai Fogli 21, 33, 34, 44, 45, 46 del comune di Villasor, con i mappali indicati nel relativo elaborato "piano Particellare dell'Opera" .

### ***Art. 3 DESCRIZIONE DELL'OPERA DA REALIZZARE.***

Le lavorazioni necessarie per portare a conclusione l'opera sono molteplici e si dividono in diverse fasi lavorative. Inizialmente verrà preparata l'area di cantiere, i baraccamenti, le recinzioni e tutte le misure cautelative per svolgere le lavorazioni in assoluta sicurezza. A seguire, verrà fatto un tracciamento strumentale per macroaree, così da delimitare con esattezza le zone di intervento e ubicare i componenti principali quali le cabine, tracciare i percorsi principali dei cavidotti etc.

Le operazioni proseguiranno poi effettuando, se dal caso, lo spianamento superficiale delle diverse aree in cui sarà suddiviso il lotto mediante uso di grader, avendo cura di rispettare la curva naturale del terreno; si procederà così allo scortico e al livellamento sommario della superficie.

Verrà creata una nuova asse viaria interna per poter accedere a tutte le aree che compongono il campo con i mezzi preposti per il trasporto e lo scarico dei materiali. Verrà posizionata una recinzione metallica (o di analoga funzionalità, secondo quanto negli elaborati del progetto esecutivo) su tutto il perimetro dell'area con il posizionamento di idonea cancellatura su tutte le vie d'accesso alla stessa.

Verranno poi realizzati gli impianti all'interno di ciascuna area individuata e delimitata in precedenza, con la possibilità di realizzare più aree contemporaneamente aumentando il numero delle maestranze e coordinando le diverse squadre di lavoro.

La realizzazione dell'impianto sarà eseguita mediante l'installazione di n° 105'976 moduli fotovoltaici su apposite strutture di sostegno con sistema ad inseguimento monoassiale i cui pali di sostegno saranno infissi direttamente sul terreno. Il fissaggio delle strutture al terreno avverrà dunque tramite macchina battipalo in maniera tale da non degradare, modificare o compromettere in qualunque modo il terreno utilizzato per l'installazione e facilitarne lo smantellamento o l'ammodernamento in periodi successivi senza l'effettuazione di opere di demolizione scavi o riporti. I distacchi dai confini saranno non inferiori a 10,00 m e sarà effettuata una piantumazione perimetrale arborea, secondo quanto indicato nel relativo elaborato di progetto, per schermatura completa dell'impianto.

---

L'installazione dei moduli avverrà per file parallele con orientamento verso la direzione nord-sud degli assi di rotazione dei tracker su cui saranno montati i pannelli. L'installazione seguirà, ovviamente, una fase propedeutica in cui verranno tracciati sul terreno, tramite teodolite elettronico o sistema gps, gli assi dei pali di fondazione dei tracker, e la posizione dei pali stessi, secondo quanto previsto nel progetto esecutivo.

Saranno realizzati gli scavi per il posizionamento delle "vasche di fondazione" delle cabine di Area, e successivamente saranno posate le vasche in cls prefabbricato, e sopra esse saranno posizionate le Cabine di Raccolta di Area.

Una volta posizionati i Tracker e montati su di essi i pannelli fotovoltaici, verranno eseguite tutte le connessioni elettriche dei moduli fotovoltaici a formare le stringhe, e il successivo loro collegamento direttamente agli ingressi dei rispettivi inverter, secondo quanto indicato negli schemi unifilari di progetto. Dagli inverter saranno poi effettuati i successivi collegamenti verso la rispettiva Cabina di Raccolta di Area (Power Station).

Saranno inoltre realizzati i cavidotti per le linee sia in BT che il AT, e dopo l'infilaggio dei cavi saranno effettuati tutti i collegamenti previsti in progetto. In alcuni casi i cavidotti richiederanno la realizzazione di tagli stradali e/o di perforazione meccanica orizzontale controllata, quando il taglio risulta impossibile o troppo oneroso in termini di costi o anche di interruzione di pubblico servizio.

Ultimate tutte le opere interne al campo fotovoltaico secondo il progetto, e le opere di connessione alla RTN sempre secondo il relativo progetto approvato nello specifico da TERNA, saranno effettuate tutte le regolazioni e programmazioni di sistemi di protezione e sistemi di interfaccia, e tutti i collaudi tecnici propedeutici alla messa in servizio dell'impianto stesso.

Per tutti i dettagli sull'elettrodotto di connessione dell'impianto fotovoltaico alla RTN si rimanda ai rispettivi allegati di progetto.

## **Art. 4 SCOPO DEL LAVORO**

### **4.1 Introduzione**

In linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, La società Alfa Ariete S.R.L ha avviato un progetto per la realizzazione di un impianto a fonte rinnovabile (in particolare per l'utilizzo della fonte solare e agricola) per la valorizzazione e la riqualifica di area oggetto di intervento. Nell'ambito di questo progetto, si propone la realizzazione di un impianto agro fotovoltaico di potenza complessiva pari a 72'063,68 kWp e 64'450,00 kW in immissione alla RTN, in località una presso il Comune di Villasor.

Nella presente relazione si descrivono l'impianto fotovoltaico (escluse le opere della linea di collegamento tra l'impianto FV in progetto e la RTN in quanto allo stato attuale non risulta ancora esattamente identificata la nuova SE "Villasor" di prossima realizzazione di TERNA, che pure è in fase avanzata di studio), ai fini della presentazione dell'istanza di Autorizzazione Unica ai sensi della D.G.R. n. 1/2009 la Regione ha dettato Linee guida autorizzatorie per gli impianti a fonti rinnovabili, stabilendo i principi fondamentali per la loro collocazione nel territorio, dando seguito al Decreto 14 Novembre 2005 che definisce i criteri relativi ai progetti per la realizzazione di impianti industriali per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del sole.

Di seguito si riportano tutti gli elementi necessari alla completa definizione del progetto.

Luogo di installazione	Comune di Villasor (SU)
Coordinate geografiche	Latitudine Longitudine
Denominazione impianto	VILLASOR-2
Potenza Totale kW	72'063,68
Potenza in IMMISSIONE (POI)	64'450 kW
Potenza unitaria modulo	680 Wp
N° di moduli	105'976
Tecnologia moduli	Monocristallina - bifacciale
Tipologia di campo	Agrivoltaico
Tipo strutture di sostegno	Tracker ad inseguimento monoassiale (asse orizzontale N-S)
Inclinazione piano dei moduli	Moduli con inclinazione variabile -60°/0°/+60°
Azimut di installazione	Moduli con orientamento - 90°(Est)/orizzontale/+90°(Ovest)
N° inverter	244
Marca / Modello Inverter:	HUAWEI – SUN2000-330KTL-H3 (300 kW) HUAWEI – SUN2000-185KTL-H2 (175 kW)
Cabine di Raccolta di Area:	20
Tipologia / Modello:	Cabina compatta (Power Station) Con trasformatore BT/AT da 3,4 MW 0.8/36 kV DYn11
Rete di collegamento e Gestore	Alta tensione a 36 kV - TERNA

---

## **CAPITOLO 2 - PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI**

### ***Art. 5 REQUISITI DI RISPONDEZZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI***

Gli impianti dovranno essere realizzati a regola d'arte come prescritto dall'art. 6, c. 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37 e s.m.i. Saranno considerati a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, dovranno corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto-offerta ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di Autorità Locali, comprese quelle dei VV.F. qualora richieste;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Fornitrice del Servizio Telefonico;
- alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

### ***Art. 6 NORME PER LA PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI SUL LAVORO***

Nei disegni e negli atti posti a base dell'appalto dovrà essere chiaramente precisata, dalla Stazione Appaltante, la destinazione o l'uso di ciascun ambiente, affinché le imprese concorrenti ne tengano conto nella progettazione degli impianti ai fini di quanto disposto dalle vigenti disposizioni di legge in materia antinfortunistica, nonché dalle norme CEI.

### ***Art. 7 PRESCRIZIONI RIGUARDANTI CIRCUITI - CAVI E CONDUTTORI***

#### *a) isolamento dei cavi:*

i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U<sub>o</sub>/U) non inferiori a 450/750V, simbolo di designazione 07, e comunque adeguata a sopportare le tensioni indicate negli schemi unifilari per i relativi circuiti interessati, in osservanza alle norme attualmente vigenti. Questo in particolare per le linee trifase ad 800 V ac in uscita dagli inverter, e per le linee in dc a circa 1'000 V delle stringhe solari, che dovranno avere una tensione massima di servizio di almeno 900/1500 V (1800 V). Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando dovranno essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V, simbolo di designazione 05.

Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, dovranno essere adatti alla tensione nominale maggiore;

#### *b) colori distintivi dei cavi:*

i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI UNEL 00712, 00722, 00724, 00726, 00727 e CEI EN 50334. In particolare i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Inoltre i colori "rosso" e "nero" per indicare rispettivamente il polo positivo e il polo negativo nelle linee dc dei pannelli fotovoltaici e delle relative stringhe. Per quanto riguarda i conduttori di fase, gli stessi dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

*c) sezioni minime e cadute di tensione ammesse:*

le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) dovranno essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non dovranno essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI UNEL 35024/1 ÷ 2.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse sono:

- 0,75 mm<sup>2</sup> per circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm<sup>2</sup> per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mm<sup>2</sup> per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3 kW;
- 4 mm<sup>2</sup> per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3 kW;

*d) sezione minima dei conduttori neutri:*

la sezione dei conduttori neutri non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori neutri potrà essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni dell'art. 3.1.0.7 delle norme CEI 64-8/1 ÷ 7.

*e) sezione dei conduttori di terra e protezione:*

la sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non dovrà essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dalle norme CEI 64-8/1 ÷ 7:

*f) sezione minima del conduttore di protezione*

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio (mm <sup>2</sup> )	Sezione minima del conduttore di terra	
	facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm <sup>2</sup> )	non facente parte dello stesso cavo o non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm <sup>2</sup> )
minore o uguale a 5	sezione del conduttore di fase	5
maggiore di 5 e minore o uguale a 16	sezione del conduttore di fase metà della sezione del conduttore di fase con il minimo di 16	sezione del conduttore di fase

*g) Sezione minima del conduttore di terra*

La sezione del conduttore di terra dovrà essere non inferiore a quella del conduttore di protezione suddetta con i minimi di seguito indicati:

---

Sezione minima in (mm<sup>2</sup>):

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	16 (CU)	16 (FE)
- non protetto contro la corrosione	25 (CU)	50 (FE)

In alternativa ai criteri sopra indicati sarà consentito il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 9.6.0 1 delle norme CEI 64-8.

### ***Art. 8 TUBI PROTETTIVI - PERCORSO TUBAZIONI - CASSETTE DI DERIVAZIONE***

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, dovranno essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni potranno essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc. Negli impianti industriali, il tipo di installazione dovrà essere concordato di volta in volta con la Stazione Appaltante. Negli impianti in edifici civili e similari si dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi dovranno essere in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco, in acciaio smaltato a bordi saldati oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento;

il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione dovrà essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo dovrà essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non dovrà essere inferiore a 10 mm;

il tracciato dei tubi protettivi dovrà consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve dovranno essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;

ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale e secondaria e in ogni locale servito, la tubazione dovrà essere interrotta con cassette di derivazione;

le giunzioni dei conduttori dovranno essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette dovranno essere costruite in modo che nelle condizioni di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, dovrà inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette dovrà offrire buone garanzie di fissaggio ed

essere apribile solo con attrezzo;

i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione dovranno essere distinti per ogni montante. Sarà possibile utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e siano contrassegnati, per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;

qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi dovranno essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia sarà possibile collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Il numero dei cavi che potranno introdursi nei tubi è indicato nella tabella seguente:

NUMERO MASSIMO DI CAVI UNIPOLARI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI (i numeri tra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

diam. e/diam.i	Sezione dei cavetti in mm <sup>2</sup>								
mm	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
12/8,5	(4)	(4)	(2)						
14/10	(7)	(4)	(3)	2					
16/11,7			(4)	4	2				
20/15,5			(9)	7	4	4	2		
25/19,8			(12)	9	7	7	4	2	
32/26,4					12	9	7	7	3

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, ospitanti altre canalizzazioni, dovranno essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa ecc. Non potranno inoltre collocarsi nelle stesse incassature montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive. Nel vano degli ascensori o montacarichi non sarà consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

I circuiti degli impianti a tensione ridotta per "controllo ronda" e "antifurto", nonché quelli per impianti di traduzioni simultanee o di teletraduzioni simultanee, dovranno avere i conduttori in ogni caso sistemati in tubazioni soltanto di acciaio smaltato o tipo mannesman.

#### **Art. 9 TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE**

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo dovranno rispondere alle prescrizioni delle norme CEI EN 61386-22. Essi dovranno essere inseriti nelle scatole preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi dovrà essere eseguita con la massima cura in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo i tubi dovranno essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.

La predisposizione dei tubi dovrà essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non potranno in genere apportarsi sostanziali modifiche nè in fabbrica nè in cantiere. Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo dovranno avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentino in tali condizioni. In particolare le scatole rettangolari porta apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici dovranno essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa. Detta membrana dovrà garantire la non deformabilità delle scatole. La serie di scatole proposta dovrà essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti comprese le scatole di riserva conduttori necessarie per le discese alle tramezze che si monteranno in un secondo tempo a getti avvenuti.

---

### **Art. 10 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, INTERRATI**

Per l'interramento dei cavi elettrici si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la Direzione dei Lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm, sul quale si dovrà distendere poi il cavo (o i cavi) senza premere e senza farlo (farli) affondare artificialmente nella sabbia;
- si dovrà, quindi, stendere un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi). Lo spessore finale complessivo della sabbia, pertanto, dovrà risultare di almeno cm 15, più il diametro del cavo (quello maggiore, avendo più cavi);
- sulla sabbia così posta in opera, si dovrà, infine, disporre una fila continua di mattoni pieni, bene accostati fra loro e con il lato maggiore secondo l'andamento del cavo (o dei cavi) se questo avrà il diametro (o questi comporranno una striscia) non superiore a cm 5 o al contrario in senso trasversale (generalmente con più cavi);
- sistemati i mattoni, si dovrà procedere al reinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.
- L'asse del cavo (o quello centrale di più cavi) dovrà ovviamente trovarsi in uno stesso piano verticale con l'asse della fila di mattoni.
- Relativamente alla profondità di posa, il cavo (o i cavi) dovrà (dovranno) essere posto (o posti) sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie, per riparazioni del manto stradale o cunette eventualmente soprastanti o per movimenti di terra nei tratti a prato o giardino.
- Di massima sarà però osservata la profondità di almeno cm 50 ai sensi della norma CEI 11-17.

Tutta la sabbia ed i mattoni occorrenti saranno forniti dall'Impresa aggiudicataria.

### **Art. 11 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN CUNICOLI PRATICABILI**

I cavi saranno posati:

- entro scanalature esistenti sui piedritti nei cunicoli (appoggio continuo), all'uopo fatte predisporre dalla Stazione Appaltante;
- entro canalette di materiale idoneo, come cemento ecc. (appoggio egualmente continuo) tenute in sito da mensoline in piatto o profilato d'acciaio zincato o da mensoline di calcestruzzo armato;
- direttamente sui ganci, grappe, staffe o mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o profilato d'acciaio zincato ovvero di materiali plastici resistenti all'umidità ovvero ancora su mensoline di calcestruzzo armato. Dovendo disporre i cavi in più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento fra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante con un minimo di cm 3, onde assicurare la libera circolazione dell'aria.

A questo riguardo l'Impresa aggiudicataria dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, mentre, se non

---

diversamente prescritto dalla Stazione Appaltante, sarà a carico dell'Impresa aggiudicataria soddisfare tutto il fabbisogno di mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo, i quali potranno anche formare rastrelliere di conveniente altezza.

Per il dimensionamento e i mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati ecc.) dovrà tenersi conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito di massima intorno a cm 70.

In particolari casi, la Stazione Appaltante potrà preventivamente richiedere che le parti in acciaio debbano essere zincate a caldo. I cavi dovranno essere provvisti di fascette distintive, in materiale inossidabile, distanziate ad intervalli di m 150-200.

***Art. 12 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN TUBAZIONI, INTERRATE O NON INTERRATE, O IN CUNICOLI NON PRATICABILI***

Per la posa in opera delle tubazioni a parete o a soffitto ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei ecc. valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili, coi dovuti adattamenti.

Al contrario, per la posa interrata delle tubazioni, valgono le prescrizioni precedenti per l'interramento dei cavi elettrici, circa le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa (naturalmente senza la sabbia e senza la fila di mattoni), il reinterro ecc. Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia. Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare. Tuttavia, per cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni m 30 circa se in rettilineo;
- ogni m 15 circa se con interposta una curva

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiori a 15 volte il loro diametro.

In sede di appalto, verrà precisato se spetti alla Stazione Appaltante la costituzione dei pozzetti o delle cassette. In tal caso, per il loro dimensionamento, formazione, raccordi ecc., l'Impresa aggiudicataria dovrà fornire tutte le indicazioni necessarie.

***Art. 13 POSA AEREA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, NON SOTTO GUAINA, O DI CONDUTTORI ELETTRICI NUDI***

Per la posa aerea di cavi elettrici isolati non sotto guaina e di conduttori elettrici nudi dovranno osservarsi le relative norme CEI.

Se non diversamente specificato in sede di appalto, la fornitura di tutti i materiali e la loro messa in opera per la posa aerea in questione (pali di appoggio, mensole, isolatori, cavi, accessori ecc.) sarà di competenza dell'Impresa aggiudicataria.

---

Tutti i rapporti con terzi (istituzioni di servitù di elettrodotto, di appoggio, di attraversamento ecc.), saranno di competenza esclusiva ed a carico della Stazione Appaltante, in conformità di quanto disposto al riguardo dal Testo Unico di leggi sulle Acque e sugli Impianti Elettrici, di cui al R.D. 1775/1933 e s.m.i.

***Art. 14 POSA AEREA DI CAVI ELETTRICI, ISOLATI, SOTTO GUAINA, AUTOPORTANTI O SOSPESI A CORDE PORTANTI***

Saranno ammessi a tale sistema di posa unicamente cavi destinati a sopportare tensioni di esercizio non superiori a 1.000 V, isolati in conformità, salvo ove trattasi di cavi per alimentazione di circuiti per illuminazione in serie o per alimentazione di tubi fluorescenti, alimentazioni per le quali il limite massimo della tensione ammessa sarà considerato di 6.000 Volt.

Con tali limitazioni d'impiego potranno aversi:

- cavi autoportanti a fascio con isolamento a base di polietilene reticolato per linee aeree a corrente alternata secondo le norme CEI 20-58;
- cavi con treccia in acciaio di supporto incorporata nella stessa guaina isolante;
- cavi sospesi a treccia indipendente in acciaio zincato (cosiddetta sospensione "americana") a mezzo di fibbie o ganci di sospensione, opportunamente scelti fra i tipi commerciali, intervallati non più di cm 40.

Per entrambi i casi si impiegheranno collari e mensole di ammarro, opportunamente scelti fra i tipi commerciali, per la tenuta dei cavi sui sostegni, tramite le predette trecce di acciaio.

Anche per la posa aerea dei cavi elettrici, isolati, sotto guaina, vale integralmente quanto previsto al comma "Posa aerea di cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi".

***Art. 15 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI***

Dovranno essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse). Per la protezione contro i contatti indiretti, ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze (quali portinerie distaccate e simili), dovrà avere un proprio impianto di terra. A tale impianto di terra dovranno essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

***Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti***

Elementi di impianto di terra

Per ogni area e/o edificio contenente impianti elettrici dovrà essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che dovrà soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8/1 ÷ 7 e 64-12.

Tale impianto dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

---

a) il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra (norma CEI 64-8/5);

b) il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno dovranno essere considerati a tutti gli effetti dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o comunque isolata dal terreno (norma CEI 64-8/5);

c) il conduttore di protezione, parte del collettore di terra, arriverà in ogni impianto e dovrà essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali sia prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra) o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. E' vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>.

Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non potrà essere utilizzato come conduttore di protezione;

d) il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiranno i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro avrà anche la funzione di conduttore di protezione (norma CEI 64-8/5);

e) il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee ovvero le parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma CEI 64-8/5).

#### ***Art. 16 COORDINAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA CON DISPOSITIVI DI INTERRUZIONE***

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti potrà essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

*a) coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente.*

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_s$$

dove  $R_t$  è il valore in Ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e  $I_s$  è il più elevato tra i valori in ampere della corrente di intervento in 5 s del dispositivo di protezione; ove l'impianto comprenda più derivazioni protette dai dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

*b) coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali.*

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché detto coordinamento sia efficiente dovrà essere osservata la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_d$$

---

dove  $R_d$  è il valore in Ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e  $I_d$  il più elevato fra i valori in ampere delle correnti differenziali nominali di intervento delle protezioni differenziali poste a protezione dei singoli impianti utilizzatori.

Negli impianti di tipo TT, alimentati direttamente in bassa tensione dalla Società Distributrice, la soluzione più affidabile ed in certi casi l'unica che si possa attuare è quella con gli interruttori differenziali che consentono la presenza di un certo margine di sicurezza a copertura degli inevitabili aumenti del valore di  $R_t$  durante la vita dell'impianto.

#### **Art. 17 PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO**

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti potrà essere realizzata adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione o installazione, apparecchi di Classe II.

In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II potrà coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

#### **Art. 18 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE**

I conduttori che costituiscono gli impianti dovranno essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8/1 ÷ 7.

In particolare i conduttori dovranno essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione dovranno avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ).

In tutti i casi dovranno essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate sarà automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI EN 60898-1 e 60947-2.

Gli interruttori automatici magnetotermici dovranno interrompere le correnti di corto circuito che possano verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione

$$I_q \leq K s^2 \quad (\text{norme CEI 64-8/1 ÷ 7}).$$

Essi dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

Sarà consentito l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (norme CEI 64-8/1 ÷ 7).

---

In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi dovranno essere coordinate in modo che l'energia specifica passante  $I^2t$  lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che potrà essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

In mancanza di specifiche indicazioni sul valore della corrente di cortocircuito, si presume che il potere di interruzione richiesto nel punto iniziale dell'impianto non sia inferiore a:

*3.000 A nel caso di impianti monofasi;*

*4.500 A nel caso di impianti trifasi.*

### **Art. 19 PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE**

La Stazione Appaltante preciserà se negli edifici, ove debbano installarsi gli impianti elettrici oggetto dell'appalto, dovrà essere prevista anche la sistemazione di parafulmini per la protezione dalle scariche atmosferiche.

In tal caso l'impianto di protezione contro i fulmini dovrà essere realizzato in conformità al D.M. 22/01/2008, n. 37 e s.m.i., al D.P.R. 462/2001 ed alle norme CEI EN 62305-1/4.

In particolare i criteri per la progettazione, l'installazione e la manutenzione delle misure di protezione contro i fulmini sono considerati in due gruppi separati:

- il primo gruppo, relativo alle misure di protezione atte a ridurre il rischio sia di danno materiale che di pericolo per le persone, è riportato nella norma CEI EN 62305-3;
- il secondo gruppo, relativo alle misure di protezione atte a ridurre i guasti di impianti elettrici ed elettronici presenti nella struttura, è riportato nella norma CEI EN 62305-4.

### **Art. 20 PROTEZIONE DA SOVRATENSIONI PER FULMINAZIONE INDIRETTA E DI MANOVRA**

#### *a) Protezione d'impianto*

Al fine di proteggere l'impianto e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ad esso collegate, contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, all'inizio dell'impianto dovrà essere installato un limitatore di sovratensioni in conformità alla normativa tecnica vigente.

#### *b) Protezione d'utenza*

Per la protezione di particolari utenze molto sensibili alle sovratensioni, quali ad esempio computer video terminali, centraline elettroniche in genere e dispositivi elettronici a memoria programmabile, le prese di corrente dedicate alla loro inserzione nell'impianto dovranno essere alimentate attraverso un dispositivo limitatore di sovratensione in aggiunta al dispositivo di cui al punto a). Detto dispositivo dovrà essere componibile con le prese ed essere montabile a scatto sulla stessa armatura e poter essere installato nelle normali scatole di incasso.

### **Art. 21 PROTEZIONE CONTRO I RADIODISTURBI**

#### *a) Protezione bidirezionale di impianto*

Per evitare che attraverso la rete di alimentazione, sorgenti di disturbo quali ad esempio motori elettrici a spazzola, utensili a motore, variatori di luminosità ecc., convogliino disturbi che superano i limiti previsti dal D.M. 10 aprile 1984 e s.m.i. in materia di prevenzione ed eliminazione dei disturbi alle radiotrasmissioni e

---

radioricezioni, l'impianto elettrico dovrà essere disaccoppiato in modo bidirezionale a mezzo di opportuni filtri. Detti dispositivi dovranno essere modulari e componibili con dimensioni del modulo base 17,5X45X53 mm ed avere il dispositivo di fissaggio a scatto incorporato per profilato unificato. Le caratteristiche di attenuazione dovranno essere almeno comprese tra 20 dB a 100 kHz e 60 dB a 30 MHz.

*b) Protezione unidirezionale di utenza*

Per la protezione delle apparecchiature di radiotrasmissione e radioricezione e dei dispositivi elettronici a memoria programmabile, dai disturbi generati all'interno degli impianti e da quelli captati via etere, sarà necessario installare un filtro di opportune caratteristiche in aggiunta al filtro di cui al punto a) il più vicino possibile alla presa di corrente da cui sono alimentati.

*c) Utenze monofasi di bassa potenza*

Questi filtri dovranno essere componibili con le prese di corrente ed essere montabili a scatto sulla stessa armatura e poter essere installati nelle normali scatole da incasso. Le caratteristiche di attenuazione dovranno essere almeno comprese tra 35 dB a 100 kHz e 40 dB a 30 MHz.

*d) Utenze monofasi e trifasi di media potenza*

Per la protezione di queste utenze sarà necessario installare i filtri descritti al punto a) il più vicino possibile all'apparecchiatura da proteggere.

**Art. 22 STABILIZZAZIONE DELLA TENSIONE**

La Stazione Appaltante, in base anche a possibili indicazioni da parte dell'Azienda elettrica distributrice, preciserà se dovrà essere prevista una stabilizzazione della tensione a mezzo di apparecchi stabilizzatori regolatori, indicando, in tal caso, se tale stabilizzazione dovrà essere prevista per tutto l'impianto o solo per circuiti da precisarsi, ovvero soltanto in corrispondenza di qualche singolo utilizzatore, anch'esso da precisarsi.

**Art. 23 MAGGIORAZIONI DIMENSIONALI RISPETTO AI VALORI MINORI CONSENTITI DALLE NORME CEI E DI LEGGE**

Ad ogni effetto, si precisa che maggiorazioni dimensionali, in qualche caso fissate dal presente capitolato speciale tipo, rispetto ai valori minori consentiti dalle norme CEI o di legge, saranno adottate per consentire possibili futuri limitati incrementi delle utilizzazioni, non implicanti tuttavia veri e propri ampliamenti degli impianti.

**CAPITOLO 3 - CABINE DI TRASFORMAZIONE**

**Art. 24 PREMESSA**

Le presenti disposizioni valgono per cabine di utente aventi le seguenti caratteristiche:

- a) tensione massima primaria 36 kV:*
- b) potenza da circa 1'200 kVA a circa 3'400 kVA;*
- c) installazione all'interno.*

---

Le apparecchiature e le installazioni occorrenti, oltre a soddisfare i requisiti di seguito esposti, dovranno essere conformi alle prescrizioni delle norme CEI 64-8/1 ÷ 7 e CEI 11-1, nonché a quelle in vigore per la prevenzione degli infortuni sul lavoro, in particolare, al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.

### **Art. 25 CARATTERISTICHE ELETTRICHE GENERALI**

a) *Tensione primaria in Volt:*

dovrà corrispondere al valore della tensione con cui l'azienda distributrice effettuerà la fornitura dell'energia elettrica.

b) *Tensione secondaria:*

dovranno essere preventivamente indicati dal Committente i valori in Volt prescelti per la tensione secondaria stellata e concatenata.

c) *Potenza totale da trasformare:*

la Stazione Appaltante fornirà tutti gli elementi (ad esempio natura ed utilizzazione dei carichi da alimentare e loro potenza, fattori di contemporaneità, ubicazione dei carichi ecc.) per la determinazione della potenza da trasformare e del relativo fattore di potenza. La Stazione Appaltante indicherà inoltre l'eventuale maggiorazione rispetto alle potenze così risultanti e quindi la potenza effettiva della cabina di trasformazione. In ogni caso la somma delle potenze delle unità trasformatrici non sarà inferiore a 1,2 volte le anzidette potenze risultanti dal calcolo. Ove la potenza risulti superiore a 100 kVA dovrà valutarsi la convenienza di suddividerla in 2 o più unità trasformatrici.

d) *Parallelo di unità trasformatrici:*

ove debba prevedersi il funzionamento in parallelo delle unità installate in cabina, oltre ad assicurare quanto necessario alle esigenze di tale funzionamento, il frazionamento delle potenze fra le anzidette unità dovrà effettuarsi in modo che il rapporto delle reciproche potenze non sia superiore a 3.

Quanto sopra dovrà assicurarsi anche nel caso in cui le unità della cabina di trasformazione debbano collegarsi in parallelo con le altre unità trasformatrici preesistenti.

### **Art. 26 TRASFORMATORI**

Per i trasformatori dovranno essere indicate nel progetto offerta le caratteristiche essenziali dovranno essere conformi alle relative norme CEI.

### **Art. 27 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI**

La protezione contro le sovracorrenti sarà affidata agli interruttori automatici. Si potrà disporre di un interruttore unico di media tensione, anche per più trasformatori, quando per ciascuno di essi è previsto l'interruttore di manovra sezionatore.

### **Art. 28 PROTEZIONE CONTRO L'ANORMALE RISCALDAMENTO DELL'OLIO**

Per ogni trasformatore di potenza superiore a 500 kVA si installerà un relè a gas (tipo Buchholz) che agirà sulla bobina di minima o sul relè di sgancio dell'interruttore automatico.

---

### **Art. 29 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

Saranno adeguatamente connesse a terra tutte le masse e segnatamente: le parti metalliche accessibili delle macchine e delle apparecchiature, le intelaiature di supporto degli isolatori e dei sezionatori, i ripari metallici di circuiti elettrici; gli organi di comando a mano delle apparecchiature; le cornici e i telai metallici che circondano fori o dischi di materiale isolante attraversati da conduttori e le flange degli isolatori passanti; l'incastellatura delle sezioni di impianto, i serramenti metallici delle cabine.

L'anello principale di terra della cabina avrà una sezione minima di 50 mm<sup>2</sup> (rame) e, in ogni caso, nessun collegamento a terra delle strutture verrà effettuato con sezioni inferiori a 16 mm<sup>2</sup> (rame).

In caso di impianti alimentati da propria cabina di trasformazione con il neutro del secondario del trasformatore collegato all'unico impianto di terra (sistema TN), per ottenere le condizioni di sicurezza dell'impianto B.T., secondo le norme CEI 64-8/1 ÷ 7, è richiesto ai fini del coordinamento tra l'impianto di terra ed i dispositivi di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali, che sia soddisfatta in qualsiasi punto del circuito la condizione:

$I$  (valore in ampere della corrente di intervento in 5s del dispositivo di protezione) minore o uguale a  $U_0$  (tensione nominale verso terra dell'impianto in V) diviso  $Z_g$  (impedenza totale in Ohm del circuito di guasto franco a terra)  $I \leq U_0 / Z_g$

Occorre pertanto che le lunghezze e le sezioni dei circuiti siano commisurate alla corrente di intervento delle protezioni entro 5s in modo da soddisfare la condizione suddetta.

### **Art. 30 PROTEZIONI MECCANICHE DAL CONTATTO ACCIDENTALE CON PARTI IN TENSIONE**

Dovranno disporsi reti metalliche, intelaiate e verniciate, fissate alle strutture murarie in modo tale da esserne facile la rimozione e con disposizione tale che durante questa manovra la rete non cada sopra l'apparecchiatura. Tali protezioni saranno superflue nel caso di cabine prefabbricate.

### **Art. 31 PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI DI ORIGINE ATMOSFERICA**

Per l'alimentazione di alta tensione in linea aerea, se non diversamente prescritto, dovrà provvedersi all'installazione sulla parte esterna della cabina, di uno scaricatore per fase del tipo meglio corrispondente alla funzione. Gli scaricatori dovranno drenare le sovratensioni a terra.

### **Art. 32 ATTREZZI ED ACCESSORI**

La cabina dovrà avere in dotazione una pedana isolante, guanti e fioretto. Dovranno essere esposti i cartelli ammonitori, lo schema ed il prospetto dei soccorsi d'urgenza.

### **Art. 33 PROTEZIONE CONTRO GLI INCENDI**

Per eventuali impianti di estinzione incendi verranno precisate disposizioni in sede di appalto, caso per caso.

### **Art. 34 PROTEZIONE DI BASSA TENSIONE DELLA CABINA**

Questa parte della cabina sarà nettamente separata dalla zona di alta tensione; le linee dei secondari dei trasformatori si porteranno il più brevemente possibile fuori della zona di alta tensione. E' vietato disporre di circuiti di bassa tensione sulle reti di protezione.

---

*a) Linee di bassa tensione.*

Saranno in sbarre nude o in cavi isolati, sotto guaina. Nel caso siano in sbarre nude, queste potranno essere installate in vista o in cunicoli ispezionabili. Nel caso siano in cavi isolati sotto guaina, questi potranno essere installati in vista (introdotti o non in tubazioni rigide) ovvero in cunicoli o in tubazioni incassate. Preferibilmente dal trasformatore sarà raggiunto verticalmente un cunicolo a pavimento, per collegarsi al quadro di controllo, misura e manovra.

*b) Quadro di bassa tensione, di comando, di controllo e di parallelo.*

Detto quadro troverà posto nella cabina, fuori dalla zona di alta tensione. Per ogni trasformatore all'uscita in B.T. sarà disposto un interruttore automatico tripolare, amperometro e voltmetro. Nel caso di funzionamento in parallelo di più trasformatori, i relativi interruttori di A.T. e di B.T. di ciascun trasformatore dovranno essere tra loro interbloccati elettricamente, in modo tale che per ciascun trasformatore all'apertura dell'interruttore di A.T. si apra automaticamente anche l'interruttore di B.T., e non sia possibile la chiusura di questo ove quello di A.T. sia aperto.

*c) Illuminazione.*

La cabina sarà completata da un impianto di illuminazione e, per riserva, sarà corredata di impianto di illuminazione sussidiario a batteria di accumulatori, corredato da dispositivo di carica predisposto per l'inserzione automatica o, per cabine inferiori a 150 kVA, almeno di una torcia a pile.

**Art. 35 DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER LA CONSEGNA DELLE CABINE DI TRASFORMAZIONE**

E' fatto obbligo all'Impresa aggiudicataria di effettuare una regolare consegna della cabina, con schemi e istruzioni scritte per il personale.

## **CAPITOLO 4 - DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE**

**Art. 36 TIPO DI ILLUMINAZIONE (O NATURA DELLE SORGENTI)**

Il tipo di illuminazione sarà a discrezione dell'Impresa Appaltatrice che lo specificherà negli elaborati del Progetto Esecutivo, scegliendo fra i sistemi più idonei, di cui, a titolo esemplificativo, si citano i seguenti:

- ad incandescenza;
- a fluorescenza;
- a vapori di mercurio;
- a vapori di sodio.

Le imprese concorrenti possono, in variante, proporre qualche altro tipo che ritenessero più adatto.

In ogni caso, i circuiti relativi ad ogni accensione o gruppo di accensioni simultanee non dovranno avere un fattore di potenza inferiore a 0,9 ottenibile eventualmente mediante rifasamento. Dovranno essere presi opportuni provvedimenti per evitare l'effetto stroboscopico.

---

### ***Art. 37 APPARECCHIATURA ILLUMINANTE***

Gli apparecchi saranno dotati di schermi che possono avere compito di protezione e chiusura e/o controllo ottico del flusso luminoso emesso dalla lampada. Soltanto per ambienti con atmosfera pulita sarà consentito l'impiego di apparecchi aperti con lampada non protetta. Gli apparecchi saranno in genere a flusso luminoso diretto per un migliore sfruttamento della luce emessa dalle lampade; per installazioni particolari, la Stazione Appaltante potrà prescrivere anche apparecchi a flusso luminoso diretto-indietro o totalmente indiretto.

### ***Art. 38 UBICAZIONE E DISPOSIZIONE DELLE SORGENTI***

Particolare cura si dovrà porre all'altezza ed al posizionamento di installazione, nonché alla schermatura delle sorgenti luminose per eliminare qualsiasi pericolo di abbagliamento diretto o indiretto, come prescritto dalla norma UNI EN 12464-1.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno ubicarsi su pali idoneamente installati sul perimetro della recinzione impianto, essi saranno disposti secondo le specifiche dettagliate negli elaborati progettuali.

### ***Art. 39 POTENZA EMITTENTE (LUMEN)***

Con tutte le condizioni imposte sarà calcolata, per ogni ambiente, la potenza totale emessa in lumen, necessaria per ottenere i valori di illuminazione prescritti.

## **CAPITOLO 5 - SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE E STRUTTURALI**

### ***Art. 40 PREMESSE***

La presente descrizione particolareggiata delle opere, relative alla costruzione in oggetto, ha lo scopo di individuare, illustrare e fissare tutti gli elementi che compongono l'intervento.

Essa inoltre deve intendersi comprensiva di quanto, pur non essendo specificato nella descrizione delle singole opere, né sulle tavole di progetto, risulti tuttavia necessario per dare le opere ultimate nel loro complesso.

In particolare tutte le opere e forniture si intendono comprensive, di ogni e qualsiasi onere, (materiale, mano d'opera, mezzi d'opera, assistenza, etc.), necessario a dare le medesime opere o forniture, complete, posate e funzionanti a perfetta regola d'arte.

Tutte le lavorazioni sono da intendersi complete di tutte le opere provvisoriale ed accorgimenti necessari per il rispetto della Sicurezza.

Su eventuali divergenze fra le tavole di progetto e la descrizione delle opere deciderà il Direttore dei Lavori in base alle esigenze tecniche ed estetiche del lavoro. I materiali da impiegare debbono essere di prima qualità, rispondenti a tutte le norme stabilite per la loro accettazione, dai decreti ministeriali, dalle disposizioni vigenti in materia, dovranno inoltre conformarsi ai campioni, ai disegni o modelli indicati, e comunque preventivamente approvati dalla Direzione Lavori o dalla Committenza. Per tutti i materiali, a semplice richiesta della Direzione Lavori e del Committente, l'Impresa Appaltatrice è tenuta a far eseguire prove ed analisi di laboratorio, qualora si ravvivasse questa necessità, per la loro accettazione. L'Impresa dovrà attenersi ai disegni di progetto ed alle prescrizioni contenute nelle descrizioni particolareggiate più

---

sotto riportate, con l'avvertenza che, per quanto non detto e specificato nella descrizione seguente, valgono i particolari sui disegni e le relative prescrizioni che la Direzione Lavori darà all'atto dell'esecuzione. Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte.

Sono da considerare eseguiti a regola d'arte gli impianti realizzati sulla base delle norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI). L'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente a tutte le condizioni e prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale e alle indicazioni che riceverà dalla Direzione Lavori ogni qualvolta se ne presenterà la necessità.

#### **Art. 41 ALLESTIMENTO DI CANTIERE**

L'intera area adibita a cantiere dovrà essere delimitata con adeguata e solida recinzione con l'individuazione del punto di accesso dotato di cancello carraio. Occorrerà inoltre individuare una zona di sosta automezzi e deposito materiali e installare adeguata segnaletica di cantiere con cartello indicatore con tutti i dati necessari. Allestire e mantenere in efficienza per tutta la durata del cantiere una baracca per tecnici e operai e servizio igienico aerato e riscaldato, compresi tutti gli allacciamenti ed altre opere provvisori. Nello spazio destinato a cantiere dovrà trovare spazio il locale da destinare a baracca per tecnici ed operai ed il servizio igienico. L'intervento è da considerarsi comprensivo di ogni onere derivante dalla natura del terreno e dalle caratteristiche dell'edificio su cui si interviene. A lavori ultimati si dovrà provvedere al ripristino dello stato dei luoghi.

#### **Art. 42 VIDEOSORVEGLIANZA E TELECONTROLLO**

L'impianto dovrà essere realizzato per permettere il monitoraggio del sistema sia in locale che in remoto. L'acquisizione dei dati di funzionamento dell'impianto fotovoltaico dovrà essere effettuata tramite idonei sistemi di acquisizione dati (SAD), in accordo alla norma CEI EN 61724 (CEI 82-15). I segnali devono essere rilevati e messi a disposizione su morsettiera nel modo seguente:

- irraggiamento solare: misurato con solarimetro che dovrà essere installato su un piano parallelo al piano dei moduli in posizione centrata rispetto al campo fotovoltaico e tale da non provocare ombreggiamenti reciproci;
- temperatura moduli: misurata con sonda termometrica a francobollo PT100 in tecnica a 4 fili incollata sul retro di una cella centrale di un modulo selezionato tra quelli posizionati nella zona centrale del generatore fotovoltaico;
- sonda termometrica: idonea per la misura della temperatura ambiente all'ombra;
- correnti continue ed alternate: misurate tramite convertitori ad inserzione diretta con foro passante, segnali in uscita 0 - 10 Vcc;
- tensioni continue campo fotovoltaico: misurate tramite convertitore ad inserzione diretta con segnale in uscita 0-10 Vcc;
- tensione alternata: misurata tramite convertitore ad inserzione diretta con segnale di uscita 0 - 10 Vcc;
- potenza attiva: misurata con contatore trifase ad inserzione semindiretta (tramite TA e TV), con segnale di uscita + 0-10 Vcc.

In termini di accuratezza delle misure si fa presente che la precisione complessiva dell'intera catena di misura, ivi compreso i sensori e/o eventuali condizionatori di segnale, deve essere migliore del 5% per l'irraggiamento solare; di 1°C per la temperatura; del 2% per i segnali di tensione, corrente e potenza. Sono di seguito riportate in breve le descrizioni delle componenti rilevanti dell'impianto:

Centrale tipo MB100 o similare. E' una centrale utilizzata in ambito industriale e civile, aperta ad espansioni e ad interoperare con supervisor (es. Winmag) e software per la gestione delle abilitazioni (es.

---

IQSystemControl), sia in locale sia da remoto su rete tcp/ip. Supporta la tecnologia BUS, consentendo vantaggi quali infrastruttura di cavi ridotta ed ordinata, che permette in modo agevole espansioni successive (sensori, dispositivi, attuatori) senza ulteriori lunghe stesure di cavi, ed un più rapido isolamento del guasto in caso di malfunzionamento dei dispositivi periferici.

Telecamere perimetrali tipo night&day, da esterno IP66, con riscaldamento e led ad infrarosso a basso consumo energetico (max 12w per telecamera), montate sui medesimi pali dell'illuminazione perimetrali del campo.

Videoregistratore digitale con tutte le funzioni necessarie per la videosorveglianza (registrazione, registrazione periodica, registrazione su evento, recupero automatico degli spazi disco su policy di expire).

Dispositivi di Controllo accessi. I lettori di prossimità con tastiera da esterno consentono di effettuare l'accesso sia tramite badge sia tramite codici pin.

Sistema di protezione perimetrale a cavo microfonico. Installato sulla recinzione ed è progettato, sfruttando il principio dell'effetto piezoelettrico, per rilevare tutti i tentativi d'intrusione tipici di scavalco, taglio e sollevamento. Ciascuno spezzone di 300 metri è controllato da un canale dell'analizzatore, che controlla istante per istante il segnale elettrico presente sul cavo microfonico.

Barriere a Microonde. Da utilizzare per rilevare eventuali intrusioni provenienti dai passi carrai. Il sistema di barriere a microonde proposto è multicanale, con dispositivi di autoregolazione per le variazioni delle condizioni ambientali di fondo, possibilità di regolazione della sensibilità

#### ***Art. 43 SCAVI E MOVIMENTI DI TERRA***

L'Impresa dovrà eseguire tutti gli scavi generali occorrenti per far luogo alla totalità dell'intervento. Gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino a terreno stabile e riconosciuto idoneo all'appoggio dei carichi da farvi insistere, sia da parte dell'Impresa stessa, unica responsabile della stabilità delle costruzioni appaltate, sia da parte della Direzione Lavori che dovrà approvare pure il carico unitario massimo a cui il terreno può essere sottoposto. Per le opere di fondazione sono previsti degli scavi in sezione obbligata da eseguire in qualsiasi condizione, anche in prossimità di fondazioni dei fabbricati contigui. Nell'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà predisporre tutte le precauzioni necessarie per evitare franamenti in relazione alla natura del terreno ed alla presenza di altri manufatti con scarpe, armature, puntellamenti, etc., senza alcun diritto a maggiori compensi anche nell'eventualità che gli scavi dovessero effettuarsi fino a profondità insolite o in presenza di acqua o su terreni di anormale consistenza o contenenti vecchie murature e manufatti qualsiasi da demolirsi, o con rocce affioranti, anche parzialmente da demolire per far luogo alle fondazioni alle quote di progetto. I materiali ricavati dagli scavi dovranno essere trasportati a pubblica discarica ad eccezione di quelli eventualmente necessari per effettuare i riporti.

#### ***Art. 44 RILEVATI E RINTERRI***

L'Impresa dovrà procedere a sua cura e spese alla formazione di rilevati o qualunque opera di reinterro fino al raggiungimento delle quote prescritte dai progetti o dalla Direzione Lavori e dall'ufficio tecnico comunale. Si potranno impiegare materie provenienti dagli scavi se di provata idoneità.

#### ***Art. 45 RINVERDIMENTO SCARPATE E DIFESE SPONDALI***

Il rinverdimento dovrà avvenire con l'inserimento di talee di salici arbustivi di ridotto sviluppo e con chioma flessibile, od altre piante autoctone idonee da procurarsi possibilmente nei paraggi dei lavori,

---

indicati dalla D.L., costituite da rami di diametro cm 2-6 e lunghezza cm 80-120, da mettersi in opera tassativamente nei tempi indicati dalla D.L., lasciando fuori terra circa 8-10 cm; in ragione di 1 tale per mq.

#### **Art. 46 PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI**

Cavi e conduttori:

##### *a) isolamento dei cavi*

i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiori a 450/750V (simbolo di designazione 07). Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V (simbolo di designazione 05). Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;

##### *b) colori distintivi dei cavi*

i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722 e 00712. In particolare, i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti, rispettivamente ed esclusivamente, con il colore blu chiaro e con il bicolore gialloverde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, essi devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

##### *c) sezioni minime e cadute di tensione ammesse*

le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto), devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL 35024.

##### *d) sezione minima dei conduttori neutri*

la sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori e, nei circuiti polifase, quando la sezione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm<sup>2</sup>. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori di neutro può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni dell'art. 524.3 delle norme CEI 64-8.

##### *e) sezione dei conduttori di terra e protezione*

la sezione dei conduttori di protezione non deve essere inferiore al valore ottenuto con la formula

$$S_p = \sqrt{\frac{I^2 t}{K}}$$

dove:

$S_p$  = sezione del conduttore di protezione (mm<sup>2</sup>).

$I$  = valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A).

t = tempo di intervento del dispositivo di protezione (s).

K = coefficiente il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dall'isolamento e dalle temperature iniziali e finali.

I valori di K possono essere desunti dalle Tabelle 54B, 54C, 54D e 54E delle norme CEI 64-8/5.

Le sezioni minime dei conduttori di protezione, in alternativa alla formula sopra riportata, possono essere desunte dalla Tabella seguente, tratta dalle norme CEI 64-8/5 art. 543.1.2, con le prescrizioni riportate negli articoli successivi delle stesse norme CEI 64-8/5 relative ai conduttori di protezione.

**Art. 47 SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE**

SEZIONE DEL CONDUTTORE DI FASE CHE ALIMENTA LA MACCHINA O L'APPARECCHIO	CONDUTTORE DI PROTEZIONE FACENTE PARTE DELLO STESSO CAVO O INFILATO NELLO STESSO TUBO DEL CONDUTTORE DI FASE	CONDUTTORE DI PROTEZIONE NON FACENTE PARTE DELLO STESSO CAVO E NON INFILATO NELLO STESSO TUBO DEL CONDUTTORE DI FASE
mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
minore o uguale a 16	sezione del conduttore di fase	2,5 se protetto meccanicamente 4 se non protetto meccanicamente
maggiore di 16 e minore o uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase	metà della sezione del conduttore di fase

*a) propagazione del fuoco lungo i cavi:*

i cavi in aria, installati individualmente, cioè distanziati tra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione del fuoco di cui alle norme CEI EN 60332. Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti in conformità alle norme CEI 20-22;

*b) provvedimenti contro il fumo:*

allorché i cavi siano installati, in notevole quantità, in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si devono adottare sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o, in alternativa, si deve ricorrere all'impiego di cavi di bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

*c) problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi:*

qualora i cavi, in quantità rilevanti, siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi, bruciando, sviluppino gas tossici o corrosivi. Ove tale pericolo sussista, occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici o corrosivi ad alte temperature, secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

---

#### **Art. 48 SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI TERRA**

La sezione del conduttore di terra deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione come specificata nel relativo articolo con i minimi di seguito indicati:

sezione minima (mm<sup>2</sup>)

protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	16 (rame)	16 (ferro,zinco)
non protetto contro la corrosione	25 (rame)	50 (ferro, zinco)
protetto meccanicamente	norme CEI 64-8/5 art.543.1	

#### **Art. 49 CANALIZZAZIONI**

A meno che non si tratti di installazioni volanti, i conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere:

- tubazioni, canalette porta cavi, ecc.
- Tubi protettivi, percorso tubazioni, cassette di derivazione

Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco, in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento. Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque, il diametro interno non deve essere inferiore a 16 mm.

Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi. Ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione.

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione, impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo che, nelle condizioni di installazione, non sia possibile introdurre corpi estranei; inoltre, deve risultare agevole la dispersione del calore in esse prodotto. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

I tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate.

Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili, se non a mezzo di attrezzo, posti tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi. Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nelle Tabelle seguenti.

**Art. 50 NUMERO MASSIMO DI CAVI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI FLESSIBILI**

CAVI							
TIPO	NUM.	1.5	2.5	4	6	10	
Cavo unipolare PVA (senza guaina)	1	16	16	16	16	16	
	2	16	20	20	25	32	
	3	16	20	25	32	32	
	4	20	20	25	32	32	
	5	20	25	25	32	40	
	6	20	25	32	32	40	
	7	20	25	32	32	40	
	8	25	32	32	40	50	
	9	25	32	32	40	50	
Cavo Multipolare PVC	Bipolare	1	16	20	20	25	32
		2	32	40	40	50	-
		3	40	40	50	50	-
	Tripolare	1	16	20	25	25	32
		2	32	40	40	50	-
		3	40	50	50	-	-
	Quadripolare	1	25	25	32	32	50
		2	40	50	50	63	-
		3	40	50	50	-	-

**Art. 51 NUMERO MASSIMO DI CAVI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI RIGIDI**

CAVI							
TIPO	NUM.	1.5	2.5	4	6	10	
Cavo unipolare PVA (senza guaina)	1	16	16	16	16	16	
	2	16	20	20	25	25	
	3	16	20	20	32	32	
	4	16	20	20	32	32	
	5	20	20	20	32	32	
	6	20	20	25	32	40	
	7	20	20	25	32	40	
	8	25	32	32	40	50	
	9	25	32	32	40	50	
Cavo Multipolare PVC	Bipolare	1	16	20	20	25	32
		2	32	40	40	50	-
		3	40	40	50	50	-
	Tripolare	1	16	20	25	25	32
		2	32	40	40	50	-
		3	40	50	50	-	-

---

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni, devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.

Canalette porta cavi

Per i sistemi di canali battiscopa e canali ausiliari si applicano le norme CEI EN 50085- 2-1. Per gli altri sistemi di canalizzazione si applica la norma CEI EN 50085-2-2. La sezione occupata dai cavi non deve superare la metà di quella disponibile e deve essere tale da consentire un'occupazione della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8/5 art. 522.8.1.1. Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8, utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni, ecc.); opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti. I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI 20-20. Per i canali metallici devono essere previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali, secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8. Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti. I materiali utilizzati devono avere caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco che soddisfino quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

#### ***Art. 52 TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE***

I tubi protettivi annessi nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni delle norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 61386-22. Essi devono essere inseriti nelle scatole, preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura, in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo, i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione. La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica, in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è, in genere, possibile apportare sostanziali modifiche, né in fabbrica, né in cantiere. Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni. In particolare, le scatole rettangolari porta-apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici devono essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa. Detta membrana dovrà garantire la non deformabilità delle scatole. La serie di scatole proposta deve essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti, comprese le scatole di riserva conduttori, necessarie per le discese alle tramezze, che si monteranno in un secondo tempo, a getti avvenuti.

#### ***Art. 53 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI SOTTO GUAINA***

##### ***IN TUBI INTERRATI***

Per l'interramento dei cavi elettrici, qualora necessario, si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm sul quale si dovrà distendere il cavidotto corrugato pesante a doppia parete liscia internamente del tipo pesante con resistenza allo schiacciamento 750N;

- si dovrà, quindi, ricoprire mediante magrone di cls per tutto il tracciato; La profondità di posa dovrà essere almeno 0,8 m, secondo le norme CEI 11-17 art. 2.3.11.

---

### *IN CUNICOLI PRATICABILI*

Si dovrà assicurare un distanziamento fra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante, con un minimo di 3 cm, onde assicurare la libera circolazione dell'aria. A questo riguardo la Ditta dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, e sarà altresì di competenza della Ditta soddisfare a tutto il fabbisogno di cavidotti, canalette, passaggi, brecce, cunicoli, mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo. Per il dimensionamento e mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati, ecc.) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito, di massima, intorno a 70 cm. In particolare, le parti in acciaio debbono essere zincate a caldo. Ogni 150/200 m di percorso, i cavi dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

### *IN TUBAZIONI A PARETE, O IN CUNICOLI NON PRATICABILI*

Per la posa in opera delle tubazioni a parete od a soffitto, ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei, ecc., valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili con i dovuti adattamenti. Per la posa interrata delle tubazioni non idonee a proteggere meccanicamente i cavi, valgono le prescrizioni precedenti circa l'interramento dei cavi elettrici, le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa, il reinterro, ecc. Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna. Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia. Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti con chiusino in ghisa carrabile sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate. Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare, come da elaborato grafico. Tuttavia, per cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni 30 m circa, se in rettilineo;
- ogni 15 m circa, se è interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

### ***Art. 54 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI***

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione, ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti, ogni impianto elettrico utilizzatore, o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso complesso deve avere un proprio impianto di terra. A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili e altre tubazioni entranti, nonché tutte le masse metalliche accessibili, di notevole estensione, esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

### ***Art. 55 PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO***

Tra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti diretti può essere realizzata adottando:

---

- macchine o apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzioni o installazioni: apparecchi di classe II.

In uno stesso impianto, la protezione con apparecchi di classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di classe II.

#### **Art. 56 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE**

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti (come da elaborato grafico) causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 art. 433. In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici, da installare a loro protezione, devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:  $I_b < I_n < I_z$ ,  $I_f \leq 1,45 I_z$ .

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI EN 60898 e CEI EN 60947-2. Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto, in modo tale da garantire che, nel conduttore protetto, non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$I_q < I_{K2}$  conforme alle norme CEI 64-8, art. 434

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

#### **Art. 57 IMPIANTO FOTOVOLTAICO GRID-CONNECTED**

Il presente articolo descrive dettagliatamente il generatore fotovoltaico in ciascuna delle sue parti.

##### *a. Modulo fotovoltaico*

Ogni modulo è incapsulato tra un vetro temperato ad alta trasmittanza ed un insieme di materiali polimerici (EVA) impermeabile agli agenti atmosferici e stabile alle radiazioni U.V., con l'applicazione di una cornice in alluminio anodizzato provvista di fori di fissaggio e dello spessore di 40 mm. Ciascun modulo sarà dotato, sul retro, di n. 1 scatola di giunzione a tenuta stagna IP54 contenente tutti i terminali elettrici ed i relativi contatti per la realizzazione dei cablaggi; all'interno di ciascuna scatola saranno installati diodi di bypass e costruiti in conformità alle norme CEI/IEC o JRC/ESTI e TUV. Le caratteristiche costruttive e funzionali sono rispondenti alle Normative CEE, qualificati alle prove effettuate dal Joint Research Centre di Ispra (VA) secondo le specifiche 101 e 503 Rev. 2, IEC 61215 e certificati dal TUV alla classe 2° I moduli fotovoltaici, in silicio monocristallino, devono essere provati e verificati da laboratori accreditati, per le specifiche prove necessarie alla verifica dei moduli, in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025. Tali laboratori dovranno essere accreditati EA (European Accreditation Agreement) o dovranno aver stabilito accordi di mutuo riconoscimento. È richiesta una integrazione architettonica completa. Si ritiene necessaria una

---

inclinazione dei moduli variabile (considerata nel calcolo sulla base della latitudine e della tipologia di installazione scelte) e un orientamento a sud (standard). Dovranno essere dichiarate dal costruttore le seguenti caratteristiche minime:

- Celle in silicio mono cristallino;
- Superficie anteriore: lastra di vetro temperato, termicamente precompresso, di spessore tale da resistere alla grandine e consentire la pedonabilità per le opere di manutenzione (Norma CEI/EN 61215 - 2005); livello di trasmittanza termica richiesto maggiore del 90%;

Incapsulamento delle celle: Foglio sigillante in EVA (acetato vinilietilenico);

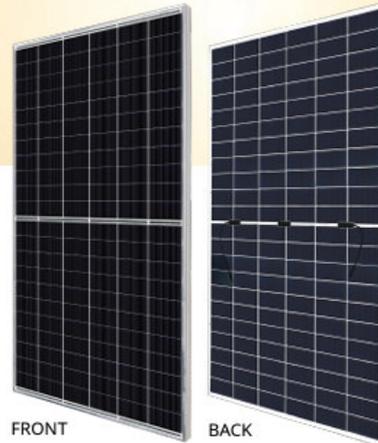
- Chiusura posteriore: lastra di vetro, o in polivinilfluoruro, Tedlar;
- Cornice: lega di alluminio; sigillatura mediante foglio di poliestere – hybrid;
- Terminali di uscita: cavi precablati a connessione rapida impermeabile;
- Presenza di diodi di bypass per minimizzare la perdita di potenza dovuta ad eventuali fenomeni di ombreggiamento.
- Caratteristiche elettriche: Potenza elettrica nominale in condizioni standard, 1000 W/m<sup>2</sup>, 25 °C, AM 1,5;
- Il decadimento delle prestazioni deve essere garantito non superiore al 10% nell'arco di 10 anni e non superiore al 20% in 20 anni.
- La tolleranza sulla potenza deve essere compresa nel range ±5%
- La riduzione dell'efficienza del modulo da 1000 W/m<sup>2</sup> a 200 W/m<sup>2</sup> deve essere al massimo del 7%.
- Caratteristiche meccaniche: Temperatura: -40 ÷ +90° C.

- **Caratteristiche elettriche: Potenza elettrica nominale in condizioni standard, 1000 W/m<sup>2</sup>, 25 °C, AM 1,5;**
- **Il decadimento delle prestazioni deve essere garantito non superiore al 10% nell'arco di 10 anni e non superiore al 20% in 20 anni.**
- **La tolleranza sulla potenza deve essere compresa nel range ±5%**
- **La riduzione dell'efficienza del modulo da 1000 W/m<sup>2</sup> a 200 W/m<sup>2</sup> deve essere al massimo del 7%.**
- **Caratteristiche meccaniche: Temperatura: -40 ÷ +90° C.**

Si ricorda che è obbligo del produttore fornire i cosiddetti "flash report". Le norme di riferimento per i moduli in materia di conformità e qualità sono:

- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
- DIN EN 61730: Moduli fotovoltaici – Qualifiche di sicurezza –
- Parte 1: Requisiti per il montaggio e Parte 2: Requisiti per la verifica. - CEI EN 50380:
- Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

Dati GENERALI:



# TOPBiHiKu7

N-type Bifacial TOPCon Technology

675 W ~ 695 W

CS7N-675 | 680 | 685 | 690 | 695TB-AG

### MORE POWER



Module power up to 695 W  
Module efficiency up to 22.4 %



Up to 85% Power Bifaciality,  
more power from the back side



Excellent anti-LeTID & anti-PID performance.  
Low power degradation, high energy yield



Lower temperature coefficient (Pmax): -0.30%/°C,  
increases energy yield in hot climate



Lower LCOE & system cost

### MORE RELIABLE



Minimizes micro-crack impacts



Heavy snow load up to 5400 Pa,  
wind load up to 2400 Pa\*



Enhanced Product Warranty on Materials  
and Workmanship\*



Linear Power Performance Warranty\*

1<sup>st</sup> year power degradation no more than 1%  
Subsequent annual power degradation no more than 0.4%

\*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

### MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES\*

ISO 9001:2015 / Quality management system  
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system  
ISO 45001: 2018 / International standards for occupational health & safety  
IEC62941: 2019 / Photovoltaic module manufacturing quality system

### PRODUCT CERTIFICATES\*

IEC 61215 / IEC 61730 / CE / INMETRO / MCS / UKCA  
UL 61730 / IEC 61701 / IEC 62716 / IEC 60068-2-68  
Take-e-way



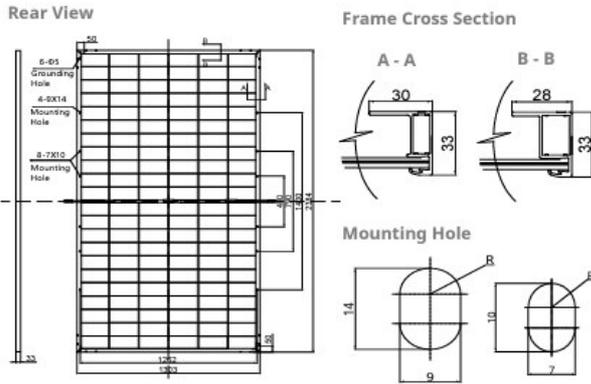
\* The specific certificates applicable to different module types and markets will vary,  
and therefore not all of the certifications listed herein will simultaneously apply to the  
products you order or use. Please contact your local Canadian Solar sales representative  
to confirm the specific certificates available for your Product and applicable in the regions  
in which the products will be used.

**CSI Solar Co., Ltd.** is committed to providing high quality solar photovoltaic modules, solar energy and battery storage solutions to customers. The company was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey. Over the past 20 years, it has successfully delivered over 82 GW of premium-quality solar modules across the world.

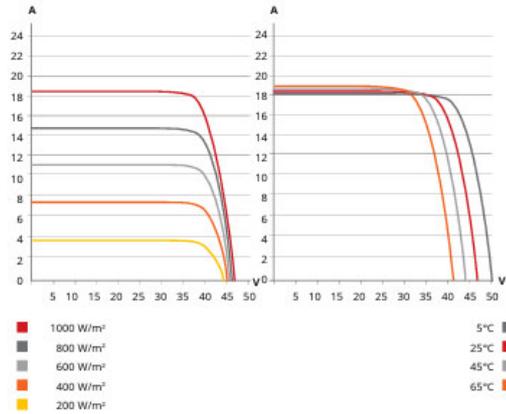
\* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

CSI Solar Co., Ltd.  
199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

## ENGINEERING DRAWING (mm)



## CS7N-680TB-AG / I-V CURVES



## ELECTRICAL DATA | STC\*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-675TB-AG	675 W	39.0 V	17.31 A	46.9 V	18.24 A	21.7%
Bifacial Gain**	5%	709 W	39.0 V	18.19 A	46.9 V	22.8%
	10%	743 W	39.0 V	19.04 A	46.9 V	23.9%
	20%	810 W	39.0 V	20.77 A	46.9 V	26.1%
CS7N-680TB-AG	680 W	39.2 V	17.35 A	47.1 V	18.29 A	21.9%
Bifacial Gain**	5%	714 W	39.2 V	18.22 A	47.1 V	23.0%
	10%	748 W	39.2 V	19.09 A	47.1 V	24.1%
	20%	816 W	39.2 V	20.82 A	47.1 V	26.3%
CS7N-685TB-AG	685 W	39.4 V	17.39 A	47.3 V	18.34 A	22.1%
Bifacial Gain**	5%	719 W	39.4 V	18.26 A	47.3 V	23.1%
	10%	754 W	39.4 V	19.14 A	47.3 V	24.3%
	20%	822 W	39.4 V	20.87 A	47.3 V	26.5%
CS7N-690TB-AG	690 W	39.6 V	17.43 A	47.5 V	18.39 A	22.2%
Bifacial Gain**	5%	725 W	39.6 V	18.31 A	47.5 V	23.3%
	10%	759 W	39.6 V	19.17 A	47.5 V	24.4%
	20%	828 W	39.6 V	20.92 A	47.5 V	26.7%
CS7N-695TB-AG	695 W	39.8 V	17.47 A	47.7 V	18.44 A	22.4%
Bifacial Gain**	5%	730 W	39.8 V	18.34 A	47.7 V	23.5%
	10%	765 W	39.8 V	20.18 A	47.7 V	24.6%
	20%	834 W	39.8 V	20.96 A	47.7 V	26.8%

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

\*\* Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

## ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC/UL) or 1000 V (IEC/UL)
Module Fire Performance	TYPE 29 (UL 61730) or CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 10 W
Power Bifaciality*	80 %

\* Power Bifaciality =  $P_{max_{rear}} / P_{max_{total}}$ , both  $P_{max_{rear}}$  and  $P_{max_{total}}$  are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %

\* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

## CSI Solar Co., Ltd.

199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

## ELECTRICAL DATA | NMOT\*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7N-675TB-AG	510 W	36.8 V	13.84 A	44.4 V	14.71 A
CS7N-680TB-AG	513 W	37.0 V	13.88 A	44.6 V	14.75 A
CS7N-685TB-AG	517 W	37.2 V	13.91 A	44.8 V	14.79 A
CS7N-690TB-AG	521 W	37.4 V	13.94 A	45.0 V	14.83 A
CS7N-695TB-AG	525 W	37.6 V	13.97 A	45.2 V	14.87 A

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

## MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	TOPCon cells
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 x 1303 x 33 mm (93.9 x 51.3 x 1.30 in)
Weight	37.8 kg (83.3 lbs)
Front Glass	2.0 mm heat strengthened glass with anti-reflective coating
Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4.0 mm <sup>2</sup> (IEC), 10 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	410 mm (16.1 in) (+) / 250 mm (9.8 in) (-) or customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A
Per Pallet	33 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces or 495 pieces (only for US & Canada)

\* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

## TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.30 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.25 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

## PARTNER SECTION



SUN2000-185KTL-H1  
**Technical Specifications**

<b>Efficiency</b>	
Max. Efficiency	99.03%
European Efficiency	98.69%
<b>Input</b>	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
<b>Output</b>	
Nominal AC Active Power	175,000 W @40°C, 168,000 W @45°C, 160,000 W @50°C
Max. AC Apparent Power	185,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	185,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	126.3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 115.5 A @50°C
Max. Output Current	134.9 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
<b>Protection</b>	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
<b>Communication</b>	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
<b>General</b>	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	84 kg (185.2 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
<b>Standard Compliance (more available upon request)</b>	
Certificates	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, UNE 206007-1, UNE 206006

SUN2000-330KTL-H1  
**Technical Specifications**

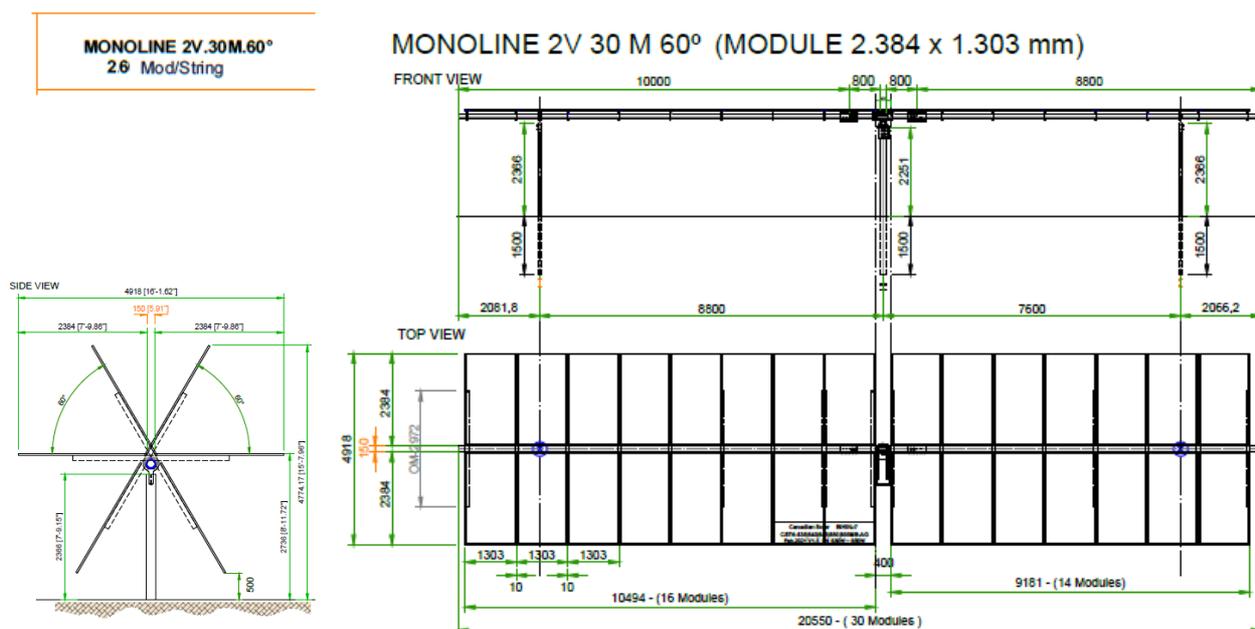
Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String-Level Disconnect(SSLD)	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
AC Grounding Fault Protection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤112 kg
Operating Temperature Range	-25 °C ~ 60 °C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m ( 13,123 ft. )
Relative Humidity	0 ~ 100%
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

#### d. Struttura di Sostegno

La struttura di sostegno sarà realizzata in acciaio zincato a caldo o inox e sarà idonea a supportare i moduli fotovoltaici, gli eventuali carichi da neve e più il carico dovuto all'azione del vento. Essa sarà composta da profilati longitudinali e tubi di acciaio zincato a caldo, profili Zeta ed Omega in acciaio inox per il fissaggio dei moduli sulla struttura, ancoraggi in acciaio inox. Tutta la viteria e bulloneria utilizzata sarà in acciaio inossidabile. Sono a carico dell'Appaltatore la verifica dei carichi statici dell'impianto completo, la verifica dei carichi di neve e vento secondo la normativa vigente.

La struttura di sostegno dovrà garantire la stabilità e l'assenza di cedimenti e movimenti che possano compromettere la funzionalità dell'impianto per tutta la vita utile dello stesso, dovrà, inoltre, consentire l'agevole smontaggio di singoli moduli per la loro riparazione e sostituzione. La struttura di sostegno dovrà permettere un agevole smaltimento dell'acqua piovana raccolta dai moduli e sarà realizzata in modo da evitare che l'acqua possa dirigersi verso i profili di sostegno e possa creare ristagni al loro interno.

In particolare sono previsti degli inseguitori della PVH, della linea "Monoline – Single axis Tracker", indicativamente come i seguenti:



---

### ***Art. 58 QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI***

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio. Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia CEI in lingua italiana.

### ***Art. 59 INTERRUTTORI SCATOLATI***

Onde agevolare l'installazione sui quadri e l'intercambiabilità, è preferibile che gli apparecchi da 100 a 250 A abbiano stesse dimensioni di ingombro. Nella scelta degli interruttori posti in serie, va considerato il problema della selettività nei casi in cui sia di particolare importanza la continuità di servizio. Il potere di interruzione deve essere dato nella categoria di prestazione P2 (CEI EN 60947-2), onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione. Gli interruttori differenziali devono essere disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato, per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

### ***Art. 60 INTERRUTTORI AUTOMATICI MODULARI CON ALTO POTERE DI INTERRUZIONE***

Qualora vengano usati interruttori modulari negli impianti elettrici che presentano correnti di corto circuito elevate (> 6000 A), gli interruttori automatici magnetotermici devono avere adeguato potere di interruzione in categoria di impiego P2 (CEI EN 60947-2).

### ***Art. 61 QUADRI DI COMANDO E DISTRIBUZIONE IN MATERIALE ISOLANTE***

In caso di installazione di quadri in resina isolante, i quadri devono avere attitudine a non innescare l'incendio per riscaldamento eccessivo; comunque, i quadri non incassati devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente non inferiore a 650° C. I quadri devono in tal caso, essere composti da cassette isolanti con piastra porta apparecchi estraibile, per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina e devono essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque almeno IP 55; in questo caso il portello deve avere apertura a 180 gradi.

Questi quadri devono essere conformi alla norma CEI EN 61439-1 e consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento.

### ***Art. 62 CABINA DI RACCOLTA DI AREA (Cabina di Campo)***

Cabina elettrica prefabbricata struttura metallica (container) del tipo a monoblocco completata con il posizionamento sottostante di idonea vasca di fondazione per il contenimento dei cavi in arrivo dalle linee interrate.

Tutte le aperture presenti sono state posizionate e dimensionate secondo le relative tabelle di unificazione. In particolare l'apertura di accesso al cavedio, verrà fornita di porta in VTR atta a sopportare un carico concentrato in mezzera di 1500 daN. e verrà inserito nel bordo un inserto accessibile per la verifica della continuità elettrica.

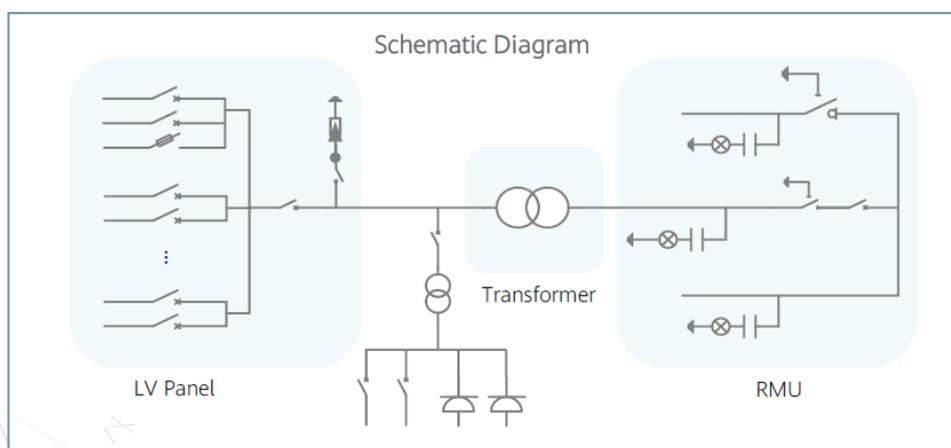
Il basamento a vasca è costruito in cav in un unico monolite dimensionato come da relative tabelle di unificazione DG 2061, ed è dotato delle prefrazzature, posizionate e dimensionate, come da predetta tabella di unificazione. Verranno forniti, a corredo, n. 6 kit passacavo (2 MT + 4 BT) preassemblato con tutti i

requisiti richiesti dal paragrafo 4.7. della Tabella DG 10061 Genn. 2007 Ed. V e così come da scheda tecnica allegata .

## STS-3000K-H1 Smart Transformer Station



Al cui interno sono previsti i seguenti dispositivi:



Il box verrà finito e sigillato in tutte le connessioni tra gli elementi e lungo tutto il perimetro di appoggio tra cabina e fondazione, per una perfetta tenuta all'acqua. Le pareti esterne tinteggiate con materiale idrorepellente costituito da resine sintetiche colore RAL 1011 della scala RAL F2.A e presenteranno caratteristiche equivalenti a quanto prescritto dal par. 5 delle tabelle DG 10061 del Genn. 2007 Ed. 5.

Inoltre la cabina dovrà essere dotata di:

- Coibentazione Tetto
- Rinforzi Meccanici adeguati al peso delle apparecchiature
- Forature per ingresso e uscita cavi
- Pavimento flottante per passaggio cavi MT
- Porte di accesso locale quadri MT
- nr. 2 Cave a Pavimento

- nr. 2 fori intelaiati per montaggio del condizionatore.

STS-3000K-H1  
**Technical Specifications**

Input		
Available Inverters / PCS	SUN2000-200KTL / SUN2000-215KTL / LUNA2000-200KTL	
Maximum LV AC Inputs	17	
AC Power	3,400 kVA @40°C <sup>1</sup>	
Rated Input Voltage	800 V	
LV Main Switches	ACB (2900 A / 800 V / 3P, 1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 17 pcs)	
Output		
Rated Output Voltage	11 kV, 15 kV, 20 kV, 22 kV, 30 kV, 33 kV, 35 kV <sup>2</sup>	13.8 kV, 34.5 kV <sup>2</sup>
Frequency	50 Hz	60 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type	
Transformer Cooling Type	ONAN	
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%	
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)	
Transformer Vector Group	Dy11	
Transformer Min. Peak Efficiency Index	Tier 1 or Tier 2 In Accordance with EN 50588-1	
RMU Type	SF <sub>6</sub> Gas Insulated	
RMU Transformer Protection Modules	MV Vacuum Circuit Breaker Modules	
RMU Cable Incoming / Outgoing Modules	1 or 2 Cable Modules	
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA, Dyn11	
Output Voltage of Auxiliary Transformer	400 / 230 Vac or 220 / 127 Vac	
Protection		
Transformer Monitoring & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz	
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54	
Internal Arcing Fault Classification of STS	IAC A 20 kA 1s	
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N	
LV Overvoltage Protection	Type I+II	
Features		
2 kVA UPS	Optional <sup>3</sup>	
Updated to 50 kVA Auxiliary Transformer	Optional <sup>3</sup>	
IMD	Optional <sup>3</sup>	
Safety Interlocking for STS	Optional <sup>3</sup>	
MV Surge Arrester for MV VCB	Optional <sup>3</sup>	
Updated to LBS Module as RMU Outgoing	Optional <sup>3</sup>	
General		
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)	
Weight	< 15 t	
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C <sup>4</sup> (-13°F ~ 140°F)	
Relative Humidity	0% ~ 95%	
Max. Operating Altitude	1,000 m <sup>5</sup>	1,500 m <sup>5</sup>
LV & MV Room Cooling	Smart Cooling without Air-across for Higher Availability	
Communication	Modbus-RTU, Preconfigured with Smartlogger3000B	
Applicable Standards	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1	

- 
- 1 - More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.
  - 2 - Rated output voltage from 10 kV to 35 kV, more available upon request.
  - 3 - Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain, more options upon request.
  - 4 - When ambient temperature  $\geq 55^{\circ}\text{C}$ , awning shall be equipped for STS on site by customer.
  - 5 - For higher operating altitude, pls consult with Huawei.

SOLAR.HUAWEI.COM

### **Art. 63 CABINA DI RACCOLTA GENERALE**

Cabina elettrica prefabbricata in cav del tipo a monoblocco completa di vasca di fondazione per il contenimento di apparecchiature elettriche.

Il box è costruito secondo le norme che disciplinano sulle opere in C.A. anche in zone sismiche così come classificate nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003 e successive modifiche e varianti emanate, e nel rispetto delle norme:

- Legge 5 Novembre 1971 n. 1086;
- Legge 2 Febbraio 1974 n. 64;
- D.M. 14 Gennaio 2008, Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Norme CEI 7-6;
- Norme CEI EN 60529;
- Scala RAL-F2;
- Tabella ENEL DG 2061;
- Tabella ENEL DG 10062;
- Tabella ENEL DS 919-DS 918;
- Tabella ENEL DS 927-DS 926
- Tabella ENEL DS 988;
- Tabella ENEL DY 3016 – DY 3021;

Il Box è realizzato in C.A. vibrato con struttura monolitica (oppure potrà essere del tipo "a container" in metallo) e garantisce omogeneità di superfici, lisce e senza nervature nella superficie interna. Si utilizza, per la costruzione degli elementi, CLS idoneamente additivato onde ottenere una protezione resistente alle infiltrazioni d'acqua anche per le capillarità.

Esso è atto ad essere movimentato e trasportato completo di apparecchiature, al di fuori del trasformatore, che saranno idoneamente bloccate così come da prescrizioni e da tabelle di unificazione DD2202 e DG 2061. Sarà fornito completo di basamento per il cui accoppiamento è stato previsto un incastro, e sarà sigillato per una perfetta tenuta all'acqua.

La progettazione e la costruzione ha tenuto conto di tutte le indicazioni di Legge e di quelle contenute ne paragrafo 4.2. di cui alla tabella DG 10061 del Gennaio 2007 ed. 5.

Le pareti, adeguatamente armate, hanno uno spessore di cm 7,00 e complete di inserti d'acciaio per apparecchiature BT, posizionati come nelle relative tabelle di unificazione. Nella parete di DX è annesso idoneo passante per cavi elettrici provvisori. La cabina sarà fornita completa di infissi in Vetroresina conformi alle tabelle DS 919, 918, 927, 926, e saranno conformi e del tipo omologato Enel.

Il pavimento, di spessore cm. 11,00 è costruito secondo le prescrizioni di cui al paragrafo 4.4 della Tabella DG 10061 del Gennaio 2007 Ed. 5 ed atto a sopportare i carichi richiesti dalle prescrizioni per il collaudo (DG

---

10062).E' previsto l'utilizzo di un supporto intermedio in c.a., idoneamente calcolato e dimensionato come da allegati disegni e posizionato in modo da non creare impedimenti al passaggio dei cavi.

Tutte le aperture presenti sono state posizionate e dimensionate secondo le relative tabelle di unificazione. In particolare l'apertura di accesso al cavedio, verrà fornita di porta in VTR atta a sopportare un carico concentrato in mezzera di 1500 daN. E verrà inserito nel bordo un inserto accessibile per la verifica della continuità elettrica.

La copertura calcolata come da prescrizioni contenute nel paragrafo 4.5. DG 10061 del Gennaio 2007 Ed. V, impermeabilizzata con idoneo manto, con la possibilità di costruirlo, su richiesta, a 2 falde e rivestito in tegole e coppi, pietra naturale o ardesia.

Esso sarà dotato di idoneo aspiratore eolico, come da scheda allegata, bloccato contro i furti, removibile e dotato di rete antinsetto amovibile. Sarà atto, una volta installato, a proteggere dalle infiltrazioni d'acqua o corpi estranei.

Il basamento a vasca è costruito in cavo in un unico monolite dimensionato come da relative tabelle di unificazione DG 2061, ed è dotato delle prefrazture, posizionate e dimensionate, come da predetta tabella di unificazione. Verranno forniti, a corredo, n. 24 kit passacavo (10 AT + 14 BT) preassemblato con tutti i requisiti richiesti dal paragrafo 4.7. della Tabella DG 10061 Genn. 2007 Ed. V e così come da scheda tecnica allegata.

Il box verrà finito e sigillato in tutte le connessioni tra gli elementi e lungo tutto il perimetro di appoggio tra cabina e fondazione, per una perfetta tenuta all'acqua. Le pareti interne tinteggiate in pittura a base di resine sintetiche di colore bianco. Le pareti esterne tinteggiate con materiale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche colore RAL 1011 della scala RAL F2.A e presenteranno caratteristiche equivalenti a quanto prescritto dal par. 5 delle tabelle DG 10061 del Genn. 2007 Ed. 5.

La cabina è costituita da n.3 ambienti:

- Area AT,           contenente gli interruttori di sezionamento e protezione per le linee in AT in arrivo e in partenza dalla cabina;
- Area BT,            contenente gli interruttori di sezionamento e protezione per le linee in BT in arrivo e in partenza dalla cabina;
- Area Trafo,        contenente un piccolo trasformatore AT/BT per la alimentazione dei circuiti ausiliari in bassa tensione.

#### ***Art. 64 Recinzione***

E' prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale, a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto; la recinzione sarà formata da rete metallica a pali infissi. Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista la sostituzione dei varchi di accesso esistenti; essi saranno costituiti ciascuno da un cancello pedonale e da un cancello carrabile per un'agevole accesso all'area d'impianto. Per non ostacolare il passaggio della fauna locale, la recinzione verrà sollevata da terra di almeno 20 cm.

#### ***Art. 65 Cannello di accesso***

Sono previsti due cancelli di accesso all'impianto di nuova installazione costituiti da una parte carrabile e una parte pedonale. Per quanto riguarda la parte carrabile, il cancello prevede due ante con sezione di

---

passaggio pari ad almeno 4 m di larghezza e 2,7 m di altezza. L'accesso pedonale prevede una sola anta di larghezza minima almeno 0,80 m e altezza 2,5 m. I montanti saranno realizzati con profilati metallici a sezione quadrata almeno 175 x 175 mm e dovranno essere marcati CE. Il tamponamento sarà conforme alla tipologia di recinzione utilizzata e la serratura sarà di tipo manuale. Il materiale dovrà essere acciaio rifinito mediante zincatura a caldo.

#### ***Art. 66 Modo di esecuzione e ordine dei lavori***

Tutti i lavori, compresi nell'appalto, dovranno essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni impartite al riguardo dalla Direzione dei Lavori, così che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato Speciale e al progetto. L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre Ditte. L'Appaltatore è, invece pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e/o a terzi. Salvo preventive prescrizioni della Committenza e del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore ha facoltà di svolgere le diverse fasi di lavoro nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale secondo le regole dell'arte e nel rispetto delle norme di sicurezza e di igiene sul lavoro. La Direzione dei Lavori e il Coordinatore per l'esecuzione potranno, però, prescrivere, ciascuno nell'ambito delle proprie attribuzioni e competenze un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, ma resta impregiudicata la facoltà dell'Appaltatore di far presenti le proprie osservazioni e riserve nei modi e nei termini prescritti dalle leggi in vigore.

#### ***Art. 67 Gestione dei lavori***

Per ciò che riguarda la gestione dei lavori, dalla consegna sino al collaudo, si farà riferimento alle disposizioni dettate al riguardo dal Regolamento per la direzione, contabilità e collaudo dei lavori dello Stato e dal Capitolato Generale per gli appalti delle opere dipendenti dal Ministero dei Lavori Pubblici, vigenti all'atto dell'appalto.

## **CAPITOLO 6 - VERIFICHE E ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

#### ***Art. 68 Ordine dei lavori***

L'Appaltatore dovrà iniziare i lavori non oltre 20 giorni dalla data del verbale di consegna ed in caso di ritardo sarà applicata una penale giornaliera pari all'importo della penale per ritardo nella ultimazione dei lavori: qualora il ritardo superasse il termine di cui sopra la Committenza potrà procedere alla risoluzione del contratto e all'incameramento della cauzione, salvo i maggiori danni. In generale, l'Appaltatore ha facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi della Committenza. La Committenza si riserva, in ogni caso, il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dall'esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi. L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, presenterà alla Direzione dei Lavori, per l'approvazione, il programma operativo dettagliato e distinto per categorie delle opere e dei relativi importi a cui si atterrà nell'esecuzione dei

---

lavori. Il programma approvato, mentre non vincola la Committenza che potrà ordinare modifiche anche in corso di attuazione, è invece impegnativo per l'Appaltatore che ha l'obbligo di rispettare il programma di esecuzione. La mancata osservanza delle disposizioni del presente articolo dà facoltà alla Committenza di non stipulare o di risolvere il Contratto per colpa dell'Appaltatore.

#### ***Art. 69 Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti***

Durante il corso dei lavori, la Committenza si riserva di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti degli stessi, così da poter tempestivamente intervenire nel caso in cui non fossero rispettate le condizioni del presente Capitolato Speciale e del progetto. Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi ecc.), nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento e in tutto quello che può essere utile allo scopo sopra accennato. Dei risultati delle verifiche e delle prove preliminari di cui sopra, la Direzione dei Lavori dovrà compilare regolare verbale.

#### ***Art. 70 Verifiche provvisorie a lavori ultimati***

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato da parte della Committenza, questa ha la facoltà di prendere in consegna gli impianti, anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo. In tal caso, però, la presa in consegna degli impianti da parte della Committenza dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi che abbia avuto esito favorevole. Anche qualora la Committenza non intenda avvalersi della facoltà di prendere in consegna gli impianti ultimati prima del collaudo definitivo, essa può disporre affinché, dopo il rilascio del certificato di ultimazione dei lavori, si proceda alla verifica provvisoria degli impianti. È pure facoltà dell'Appaltatore di chiedere che, nelle medesime circostanze, la verifica provvisoria degli impianti abbia luogo. La verifica provvisoria accerterà che gli impianti siano in condizione di funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni ed, in particolare, dovrà controllare:

- lo stato di isolamento dei circuiti;
- la continuità elettrica dei circuiti;
- il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni del massimo carico previsto;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'esito del funzionamento degli impianti ad uso degli utenti a cui sono destinati. Ad ultimazione della verifica provvisoria, la Committenza prenderà in consegna gli impianti con regolari verifiche.

#### ***Art. 71 Esame a vista***

Dovrà essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali, delle norme degli impianti di terra e delle norme particolari relative all'impianto installato. Il controllo dovrà accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia stato scelto correttamente e installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che ne possano compromettere la sicurezza.

I controlli a vista riguarderanno: protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere; presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e protezione, fornitura

---

di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori. È opportuno che tali esami inizino durante l'esecuzione dei lavori.

***Art. 72 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione.***

Andrà verificato che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali. Per cavi e conduttori si controllerà che il dimensionamento sia stato eseguito in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; si verificherà inoltre che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

***Art. 73 Verifica delle stabilità dei cavi.***

Al fine di controllare la stabilità dei cavi, essi dovranno essere estratti dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive, assicurandosi che tale operazione non provochi danneggiamenti agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente a una percentuale compresa tra l'1% e il 5% della lunghezza totale. A questa verifica prescritta dalla norma CEI 11-11 (Impianti elettrici degli edifici civili), si dovranno aggiungere, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e nelle costruzioni modulari, le verifiche relative al rapporto tra diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, e al dimensionamento dei tubi o condotti. Quest'ultima verifica si dovrà effettuare a mezzo di apposita sfera come descritto nella norma CEI anzi richiamata.

***Art. 74 Misura della resistenza di isolamento.***

Si esegue con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia di circa 125 V nel caso di muratura su parti di impianto di categoria O oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza, e di circa 500 V nel caso di misura su parti di impianto di 1a categoria. La misura andrà effettuata tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) e il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro e, durante lo svolgimento della stessa, gli apparecchi utilizzatori dovranno essere disinseriti. Essa va riferita a ogni circuito, intendendosi per circuito la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione. I valori minimi ammessi per le costruzioni sono: per le costruzioni tradizionali

- 400.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V. per costruzioni prefabbricate;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 150.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

***Art. 75 Misura delle cadute di tensione***

La misura delle cadute di tensione va eseguita tra il punto di inizio dell'impianto e il punto scelto per la prova mediante l'inserimento di un voltmetro nel punto iniziale e un altro nel secondo punto: i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione. Dovranno essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente. Le letture dei due voltmetri verranno eseguite contemporaneamente procedendo poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

---

### **Art. 76 Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi**

Per evitare corto circuiti e sovraccarichi, si dovrà controllare che il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione e che la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

### **Art. 77 Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti**

Dovranno essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norma CEI 64-8) Le verifiche riguarderanno in particolare:

- a) esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Ossia andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori che delle giunzioni. Sarà necessario inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- b) misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, che dovrà essere effettuata con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione, che vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando siano sistemati a una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza deve essere mantenuta tra la sonda di tensione e il dispositivo ausiliario;
- c) controllo, in base ai valori misurati, del coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziale. Per gli impianti con fornitura in media tensione, detto valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica;
- d) quando è necessario, misure delle tensioni di contatto e di passo, che vengono di regola eseguite da professionisti, ditte o enti specializzati, seguendo le istruzioni fornite dalla norma CEI 64-8;
- e) locali da bagno, la verifica della continuità del collegamento equipotenziale tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico delle acque, tra le tubazioni e gli apparecchi sanitari, tra il collegamento equipotenziale e il conduttore di protezione. Tale controllo deve essere eseguito prima della muratura degli apparecchi sanitari.

### **Art. 78 Verifica tecnico-funzionale.**

La verifica tecnico-funzionale dell'impianto consiste nel verificare: - la continuità tra i moduli; - la messa a terra di masse e scaricatori; - il corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);

Le verifiche di cui sopra dovranno essere effettuate, a lavori ultimati, e dovrà essere emessa una dichiarazione, firmata e siglata in ogni parte da tecnico/responsabile tecnico abilitato, che attesti l'esito delle verifiche e la data in cui le predette sono state effettuate.

---

Dovranno essere emessi e rilasciati inoltre i seguenti documenti: progetto esecutivo in versione “come costruito”, corredato di schede tecniche dei materiali installati; dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito; dichiarazione di conformità ai sensi del D.P.R. 37/08; certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate.

***Art. 79 Norme generali comuni per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo degli impianti***

Per le prove di funzionamento e di rendimento delle apparecchiature e degli impianti, prima di iniziarle, il collaudatore dovrà verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (specialmente tensione, frequenza e potenza), siano conformi a quelle previste nel presente Disciplinare e cioè a quelle in base alle quali furono progettati ed eseguiti gli impianti. Nel caso in cui le anzidette caratteristiche della corrente di alimentazione (se non prodotta da centrale facente parte dell'appalto) all'atto delle verifiche o del collaudo non fossero conformi a quelle contrattualmente previste, le prove dovranno essere rinviate a quando sia possibile disporre di corrente d'alimentazione avente tali caratteristiche, purché ciò non implichi dilazione della verifica provvisoria o del collaudo definitivo superiore a un massimo di 15 giorni. Se vi sono al riguardo impossibilità dell'Azienda elettrica distributrice o se la Committenza non intende disporre per modifiche atte a garantire un normale funzionamento degli impianti con la corrente di alimentazione disponibile, potranno egualmente aver luogo sia le verifiche in corso d'opera, sia la verifica provvisoria a ultimazione dei lavori, sia il collaudo definitivo. Il Collaudatore, tuttavia, deve tenere conto, nelle verifiche di funzionamento e nella determinazione dei rendimenti, delle variazioni delle caratteristiche della corrente disponibile per l'alimentazione rispetto a quelle contrattualmente previste secondo le quali gli impianti sono stati progettati ed eseguiti.

L'Appaltatore è tenuto, a richiesta della Committenza, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti alle misure necessarie per: le verifiche in corso d'opera, la verifica provvisoria a ultimazione dei lavori, il collaudo definitivo. Se, totalmente o solo in parte, gli apparecchi utilizzatori e le sorgenti di energia non sono inclusi nelle forniture comprese nell'appalto, spetterà alla Committenza provvedere a quelli di propria competenza qualora essa desideri che le verifiche in corso d'opera, quella provvisoria a ultimazione dei lavori e quella di collaudo definitivo, ne accertino la funzionalità.

## **CAPITOLO 7 - SICUREZZA NEI CANTIERI**

***Art. 80 Norme di sicurezza generali***

- a) I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene.
- b) L'appaltatore è altresì obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.
- c) L'appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.
- d) L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.
- e) L'appaltatore informa le lavorazioni nonché le lavorazioni da lui direttamente subappaltate al criterio "incident and injury free".

---

### **Art. 81 Sicurezza sul luogo di lavoro**

- a) L'appaltatore è obbligato a fornire all'Amministrazione, entro 30 giorni dall'aggiudicazione, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e una dichiarazione in merito al rispetto degli obblighi assicurativi e previdenziali previsti dalle leggi e dai contratti in vigore.
- b) L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela all'art. 15, 17, 18 e 19 del D.Lgs. 81/08, all'allegato XIII nonché le altre disposizioni dello stesso decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.

### **Art. 82 Piani di sicurezza e Coordinamento**

- a) L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte della Stazione appaltante, ai sensi dell'articolo 131, comma 2, lettera a), del Codice dei contratti e all'articolo 10 del Decreto n. 81 del 2008.
- b) L'obbligo di cui al comma 1 è esteso altresì alle eventuali modifiche e integrazioni approvate o accettate dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione ai sensi dell'articolo 44

### **Art. 83 Modifiche ed integrazioni al piano di sicurezza e coordinamento**

1) L'appaltatore può presentare al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza e di coordinamento, nei seguenti casi:

- per adeguarne i contenuti alle proprie tecnologie oppure quando ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;
- per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.

2) L'appaltatore ha il diritto che il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione si pronunci tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.

3) Qualora entro il termine di tre giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di altri tre giorni lavorativi, il coordinatore per la sicurezza non si pronunci:

4) nei casi di cui al comma 1, lettera a), le proposte si intendono accolte; b) nei casi di cui al comma 1, lettera b), le proposte si intendono rigettate.

5) Nei casi di cui al comma 1, lettera a), l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni non può in alcun modo giustificare variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo. 5. Nei casi di cui al comma 1, lettera b), qualora l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni comporti maggiori oneri a carico dell'impresa, e tale circostanza sia debitamente provata e documentata, trova applicazione la disciplina delle varianti.

---

#### **Art. 84 Piano operativo di sicurezza**

1) L'appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, deve predisporre e consegnare al direttore dei lavori o, se nominato, al coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, un piano operativo di sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza, redatto ai sensi dell'articolo 131, comma 2, lettera c), del Codice dei contratti, dell'articolo 89, comma 1, lettera h), del Decreto n. 81 del 2008 e del punto 3.2 dell'allegato XV al predetto decreto, comprende il documento di valutazione dei rischi di cui agli articoli 28 e 29 del citato Decreto n. 81 del 2008, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.

2) Ai sensi dell'articolo 131 del Codice dei contratti l'appaltatore è tenuto ad acquisire i piani operativi di sicurezza redatti dalle imprese subappaltatrici di cui all'articolo 46, comma 4, lettera d), sub. 2), del presente Capitolato, nonché a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani operativi di sicurezza compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore.

3) Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 43.

#### **Art. 85 Osservanza ed attuazione dei piani di sicurezza**

1) L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 15 del Decreto n. 81 del 2008, con particolare riguardo alle circostanze e agli adempimenti descritti agli articoli da 88 a 104 e agli allegati da XVI a XXV dello stesso decreto.

2) I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità all'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008, nonché alla migliore letteratura tecnica in materia.

3) L'impresa esecutrice è obbligata a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta della Stazione appaltante o del coordinatore, l'iscrizione alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e la dichiarazione circa l'assolvimento degli obblighi assicurativi e previdenziali. L'appaltatore è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di raggruppamento temporaneo o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

4) Il piano di sicurezza e coordinamento ed il piano operativo di sicurezza formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

5) Ai sensi dell'articolo 118, comma 4, terzo periodo, del Codice dei contratti, l'appaltatore è solidalmente responsabile con i subappaltatori per gli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza.

---

### ***Art. 86 Custodia del cantiere***

E' a carico e a cura dell'appaltatore la custodia e la tutela del cantiere, di tutti i manufatti e dei materiali in esso esistenti, anche se di proprietà della Stazione appaltante e ciò anche durante periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della Stazione appaltante.

### ***Art. 87 Cartello di cantiere***

L'appaltatore deve predisporre ed esporre in sito numero 5 esemplari del cartello indicatore, con le dimensioni di almeno cm. 100 di base e 200 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei LL.PP. dell'1 giugno 1990, n. 1729/UL, curandone i necessari aggiornamenti periodici. Il cartello di cantiere è fornito in conformità al modello di cui alla allegata tabella.

## **CAPITOLO 8 - NORME FINALI**

### ***Art. 88 Oneri ed obblighi a carico dell'appaltatore***

1) Oltre agli oneri di cui al capitolato generale d'appalto, al regolamento generale e al presente capitolato, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'appaltatore gli oneri e gli obblighi che seguono.

a) la fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dal direttore dei lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al direttore dei lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'articolo 1659 del codice civile;

b) i movimenti di terra e ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione alla entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, ponteggi e palizzate, adeguatamente protetti, in adiacenza di proprietà pubbliche o private, la recinzione con solido steccato, nonché la pulizia, la manutenzione del cantiere stesso, l'inghiaimento e la sistemazione delle sue strade, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dallo stesso ente appaltante;

c) l'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di contratto;

d) l'esecuzione, presso gli Istituti autorizzati, di tutte le prove che verranno ordinate dalla direzione lavori, sui materiali e manufatti impiegati o da impiegarsi nella costruzione, compresa la confezione dei campioni e l'esecuzione di prove di carico che siano ordinate dalla stessa direzione lavori su tutte le opere in calcestruzzo semplice o armato e qualsiasi altra struttura portante, nonché prove di tenuta per le tubazioni; in particolare è fatto obbligo di effettuare almeno un prelievo di calcestruzzo per ogni giorno di getto, datato e conservato;

e) le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato;

- 
- f) il mantenimento, fino all'emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione della continuità degli scoli delle acque e del transito sugli spazi, pubblici e privati, adiacenti le opere da eseguire;
- g) il ricevimento, lo scarico e il trasporto nei luoghi di deposito o nei punti di impiego secondo le disposizioni della direzione lavori, comunque all'interno del cantiere, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e approvvigionati o eseguiti da altre ditte per conto della Stazione appaltante e per i quali competono a termini di contratto all'appaltatore le assistenze alla posa in opera; i danni che per cause dipendenti dall'appaltatore fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti devono essere ripristinati a carico dello stesso appaltatore;
- h) la concessione, su richiesta della direzione lavori, a qualunque altra impresa alla quale siano affidati lavori non compresi nel presente appalto, l'uso parziale o totale dei ponteggi di servizio, delle impalcature, delle costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento per tutto il tempo necessario all'esecuzione dei lavori che la Stazione appaltante intenderà eseguire direttamente oppure a mezzo di altre ditte dalle quali, come dalla Stazione appaltante, l'impresa non potrà pretendere compensi di sorta, tranne che per l'impiego di personale addetto ad impianti di sollevamento; il tutto compatibilmente con le esigenze e le misure di sicurezza;
- i) la pulizia del cantiere e delle vie di transito e di accesso allo stesso, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte;
- j) le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi; l'appaltatore si obbliga a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che eseguono forniture o lavori per conto della Stazione appaltante, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza;
- k) l'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal presente capitolato o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili;
- l) la fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso, fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza, nonché l'illuminazione notturna del cantiere;
- m) la costruzione e la manutenzione entro il recinto del cantiere di idonei spazi ad uso ufficio del personale di direzione lavori e assistenza, arredati, illuminati e provvisti di armadio chiuso a chiave, tavolo, sedie, macchina da scrivere, macchina da calcolo e materiale di cancelleria;
- n) la predisposizione del personale e degli strumenti necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove e controlli dei lavori tenendo a disposizione del direttore dei lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione a terzi e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni e i modelli avuti in consegna;
- o) la consegna, prima della smobilitazione del cantiere, di un certo quantitativo di materiale usato, per le finalità di eventuali successivi ricambi omogenei, previsto dal presente capitolato o precisato da parte della direzione lavori con ordine di servizio e che viene liquidato in base al solo costo del materiale;

---

p) l'idonea protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della direzione lavori; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa alle opere eseguite, restando a carico dell'appaltatore l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della presente norma;

q) l'adozione, nel compimento di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni; con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'appaltatore, restandone sollevati la Stazione appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori.

2) L'appaltatore è tenuto a richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dalla Stazione appaltante (ConSORZI, rogge, privati, Provincia, gestori di servizi a rete e altri eventuali soggetti coinvolti o competenti in relazione ai lavori in esecuzione) interessati direttamente o indirettamente ai lavori, tutti i permessi necessari e a seguire tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti il lavoro pubblico in quanto tale.

#### ***Art. 89 Obblighi speciali a carico dell'appaltatore***

1) L'appaltatore è obbligato:

a) ad intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni qualora egli, invitato non si presenti;

b) a firmare i libretti delle misure, i brogliacci e gli eventuali disegni integrativi, sottopostogli dal direttore dei lavori, subito dopo la firma di questi;

c) a consegnare al direttore lavori, con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal presente capitolato d'appalto e ordinate dal direttore dei lavori che per la loro natura si giustificano mediante fattura;

d) a consegnare al direttore dei lavori le note relative alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, nonché le altre provviste somministrate, per gli eventuali lavori previsti e ordinati in economia nonché a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dal direttore dei lavori.

2) L'appaltatore deve produrre alla direzione dei lavori un'adeguata documentazione fotografica relativa alle lavorazioni di particolare complessità, o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione oppure a richiesta della direzione dei lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, reca in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese.

Cagliari, 30/06/2023