

Regione: Sicilia  
Provincia: Enna - Catania  
Comuni: Aidone - Assoro - Enna - Raddusa - Ramacca  
Località: C.da Milocca-Piccirillitto-Arginemete-M.Tonde-Destricella-S. Bartolo

## PROGETTO "ASSORO 2" IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 181,17 MWp E 140 MW IN IMMISSIONE PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo: RS06REL009A0  
DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

Tavola:

# F.1

Progettazione:



ARCADIA srls  
Via Houel 29, 90138 - Palermo

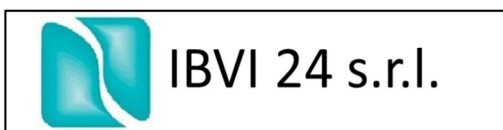
info@arcadiaprogetti.it  
arcadiaprogetti@arubapec.it

Visti / Firme / Timbri:



Note: .....

Data	Rev.	Descrizione revisioni	Elaborato da:	Controllato da:	Approvato da:
13.12.2021	0	PRIMA EMISSIONE	Ing. Maurizio Moscoloni	Arcadia srls	IBVI 24 srl
===== REVISIONI =====					



IBVI 24 srl Viale Amedeo Duca d'Aosta 76 39100 Bolzano (BZ) Ibv24srl@pec.it

## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. IL SITO DI IMPIANTO .....	3
3. DESCRIZIONE SINTETICA DEI LAVORI .....	6
CAPITOLO 1 - PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI.....	8
ART 1.1 - REQUISITI DI RISPONDEZZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI .....	8
ART 1.2 - NORME PER LA PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI SUL LAVORO.....	8
ART 1.3 - PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI - CAVI E CONDUTTORI .....	8
ART 1.4 - TUBI PROTETTIVI - PERCORSO TUBAZIONI - CASSETTE DI DERIVAZIONE .....	10
ART 1.5 - TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE .....	10
ART 1.6 - POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, INTERRATI.....	11
ART 1.7 - POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN CUNICOLI PRATICABILI.....	12
ART 1.8 - POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN TUBAZIONI, INTERRATE O NON INTERRATE, O IN CUNICOLI NON PRATICABILI .....	13
ART 1.9 - POSA AEREA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, NON SOTTO GUAINA, O DI CONDUTTORI ELETTRICI NUDI.....	14
ART 1.10 - POSA AEREA DI CAVI ELETTRICI, ISOLATI, SOTTO GUAINA, AUTOPORTANTI O SOSPESI A CORDE PORTANTI.....	14
ART 1.11 - PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	15
ART 1.12 - COORDINAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA CON DISPOSITIVI DI INTERRUZIONE.....	16
ART 1.13 - PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO.....	17
ART 1.14 - PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE .....	17
ART 1.15 - PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE .....	18
ART 1.16 - PROTEZIONE DA SOVRATENSIONI PER FULMINAZIONE INDIRETTA E DI MANOVRA .....	19
ART 1.17 - PROTEZIONE CONTRO I RADIODISTURBI .....	19
ART 1.18 STABILIZZAZIONE DELLA TENSIONE .....	20
ART 1.19 MAGGIORAZIONI DIMENSIONALI RISPETTO AI VALORI MINORI CONSENTITI DALLE NORME CEI E DI LEGGE.....	20
CAPITOLO 2 - CABINA DI TRASFORMAZIONE 30/150/KV/KV .....	21
ART 2.1 CARATTERISTICHE GENERALI .....	21
ART. 2.2 APPARECCHIATURE AT A 150 KV .....	21
ART. 2.3 COORDINAMENTO DELL'ISOLAMENTO .....	23
ART. 2.4 CORRENTI DI CORTO CIRCUITO E CORRENTI TERMICHE NOMINALI .....	23
ART. 2.5 CARPENTERIA METALLICA, CONDUTTORI, ISOLATORI E MORSETTERIA.....	23
ART 2.6 - DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER LA CONSEGNA DELLE CABINE DI TRASFORMAZIONE .....	24
CAPITOLO 3 - CABINA GENERALE DI IMPIANTO MT 30 KV .....	25
ART. 3.1 CARATTERISTICHE GENERALI .....	25
ART. 3.2 CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE DI MEDIA TENSIONE.....	26
ART. 3.3 TRASFORMATORI .....	27
ART. 3.4 PROTEZIONI TRASFORMATORI SEZIONE 30.000 V (PROTEZIONI TR) .....	27
CAPITOLO 4 - DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE.....	34
ART4.1 - TIPO DI ILLUMINAZIONE (O NATURA DELLE SORGENTI) .....	34
ART 42 - APPARECCHIATURA ILLUMINANTE.....	34

ART 4.3 - UBICAZIONE E DISPOSIZIONE DELLE SORGENTI .....	34
ART 4.4 - POTENZA EMITTENTE (LUMEN) .....	35
CAPITOLO 5 - SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE E STRUTTURALI .....	36
ART 5.1 - PREMESSE .....	36
ART 5.2 - ALLESTIMENTO DI CANTIERE .....	37
ART 5.3 - VIDEOSORVEGLIANZA E TELECONTROLLO.....	37
ART 5.4 - SCAVI E MOVIMENTI DI TERRA .....	40
ART 5.5 -RILEVATI E RINTERRI .....	40
ART 5.6 - PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI .....	41
ART 5.7 - SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE .....	42
ART 5.8 -SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI TERRA .....	43
ART 5.9 - CANALIZZAZIONI .....	44
ART 5.10 - NUMERO MASSIMO DI CAVI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI FLESSIBILI .....	45
ART 5.11 - NUMERO MASSIMO DI CAVI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI RIGIDI.....	46
ART 5.12 - TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE .....	47
ART 5.13 - POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI SOTTO GUAINA.....	47
ART 5.14 - PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	49
ART 5.15 - PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO.....	49
ART 5.16 - PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE .....	50
ART 5.17 - IMPIANTO FOTOVOLTAICO GRID-CONNECTED .....	50
ART 5.18 - QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	59
ART 5.19 - INTERRUTTORI SCATOLATI.....	60
ART 5.20 - INTERRUTTORI AUTOMATICI MODULARI CON ALTO POTERE DI INTERRUZIONE .....	60
ART 5.21 - QUADRI DI COMANDO E DISTRIBUZIONE IN MATERIALE ISOLANTE .....	60
ART 5.22 - CABINE DI CAMPO .....	61
ART 5.23 - ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	63
CAPITOLO 6 - SPECIFICHE TECNICHE OPERE IN C.A. ....	64
ART 6.1 - PREMESSE .....	64
ART 6.2 – CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE .....	64
ART 6.3 – CLASSI DI RESISTENZA .....	65
ART 6.4 – CLASSI DI CONSISTENZA.....	66
ART 6.5 –SPECIFICHE PER LA PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO .....	67
CAPITOLO 7 - SPECIFICHE TECNICHE OPERE IN TERRA .....	70
ART 7.1 - PREMESSE .....	70
ART 7.2 – MATERIALI PER RILEVATI E SOVRASTRUTTURE.....	71

## 1. PREMESSA

La società IBVI 24 S.R.L., in ottemperanza a quanto previsto dell'art. 27-bis del D.Lgs. 152 del 2006, intende attivare la procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale Nazionale ed all' Autorizzazione Unica Regionale per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico della potenza nominale quantificabile in 181,17 MWp, e potenza di immissione di 140,00 MW, la cui ubicazione ricade nei Comuni di Assoro, Aidone ed Enna nella provincia di Enna e di Raddusa in provincia di Catania, nelle località " Milocca, Piccirillito, Arginemele, Mandre Tonde, Destricella e San Bartolo".

Il progetto prevede, quindi, la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra, su strutture parte fisse, della potenza di targa di 181,17 MWp. L'intero impianto è stato suddiviso in 5 campi interconnessi da una rete elettrica a MT e collegati alla cabina principale dell'impianto MT/AT SSEU (stazione elettrica di trasformazione 150/30 kV) posta in posizione baricentrica ai campi e collegata ad una nuova stazione elettrica (SE) RTN 380/150 kV da inserire in entra - esce sulla futura linea RTN a 380 kV "Chiaramonte Gulfi-Ciminna", di cui al Piano di Sviluppo Terna, attraverso un elettrodotto aereo AT della lunghezza di circa 15 Km.

### **La presente relazione riguarda il disciplinare degli elementi tecnici del Parco Fotovoltaico**

## 2. IL SITO DI IMPIANTO

### 3.1 Il Sito di Impianto

L'area di sedime su cui sorgerà l'impianto ricade all'interno dei territori comunali di Assoro, Aidone ed Enna nella provincia di Enna e di Raddusa in provincia di Catania, a circa 8,5 Km in direzione Sud-Est dal centro abitato di Raddusa, a circa 11,65 Km in direzione Nord dal Centro abitato di Assoro, a circa 12,5 Km in direzione Sud-Ovest dal centro abitato di Aidone ed a 18 Km in direzione Nord-Ovest dal centro abitato di Enna, in una zona occupata da terreni agricoli e distante da agglomerati residenziali. Le opere di connessione tra le quali la SSEU da 150 kV/30 kV ricadono tutti in territorio di Assoro (En), Raddusa (Ct) e Ramacca (Ct).

Il sito risulta accessibile dalla viabilità locale, e rurale che si collega con la viabilità statale costituita dalla A19 Palermo – Catania, la SS 192 della Valle del Dittaino, e dalla viabilità provinciale costituita dalla SP 4, SP 62, SP 35B, SP 20, SP75, dalla Strada Vicinale Valle di Monaca e dalla Reggia Trazzera Calascibetta Palagonia.

Nella cartografia del Catasto Terreni l'area di impianto è ricompresa nei Fogli nn° 55, 56, 61, 63, 64 e 66 del Comune di Assoro; nei Fogli nn° 7 e 10 del Comune di Aidone; nel Foglio n° 118 del Comune di Enna e nei Fogli nn° 1 e 2 del Comune di Raddusa, mentre le opere di connessione sono ricomprese nei fogli 56, 61, 64 e 66 del Comune di Assoro e nei fogli 122, 121, 118 e 119 del Comune di Enna.

I lotti di terreno occupati dai campi fotovoltaici sono estesi rispettivamente:

- Area A "Milocca" Ha 76,92
- Area B "Piccirillito" Ha 81,56

- Area C “Arginemele” Ha 29.29
- Area D “Mandre Tonde” Ha 44.88
- Area E “Destricella” Ha 61.25
- Area F “San Bartolo” Ha 120.67

Si chiarisce che, all'interno delle 6 aree, individuate territorialmente con le lettere da A a F, si è previsto di installare 5 campi fotovoltaici che compongono l'intero parco. Ciò ha comportato la necessità di aggregare le aree prima denominate secondo le necessità dettate dal progetto elettrico secondo il seguente schema:

- *Campo Fotovoltaico “A”* ricadente interamente all'interno dell'**Area A “Milocca”**;
- *Campo Fotovoltaico “B”* ricadente all'interno delle **Aree: B “Picirillito”, C “Arginemele”,** ed in parte nell'**area D “Mandre tonde”**;
- *Campo Fotovoltaico C* ricadente interamente all'interno dell'**Area D “Mandre Tonde”**;
- *Campo Fotovoltaico D* ricadente interamente all'interno dell'**Area E “Destricella”**;
- *Campo Fotovoltaico E* ricadente interamente all'interno dell'**Area F “San Bartolo”**;

Il nuovo impianto fotovoltaico insisterà, così come accennato precedentemente, su dei lotti di terreno ricadenti nel territorio comunale di Assoro, Aidone ed Enna nella provincia di Enna e di Raddusa in provincia di Catania, nelle località “ Milocca, Picirillo, Arginemele, Mandre Tonde, Destricella e San Bartolo ”.

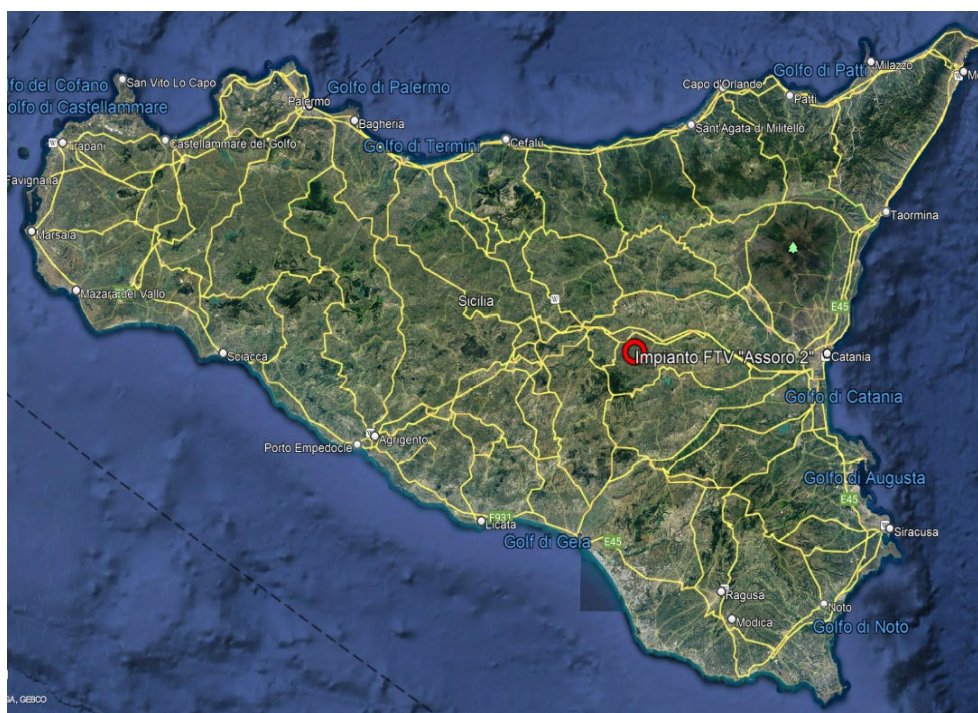


Figura 1 Localizzazione su immagine satellitare



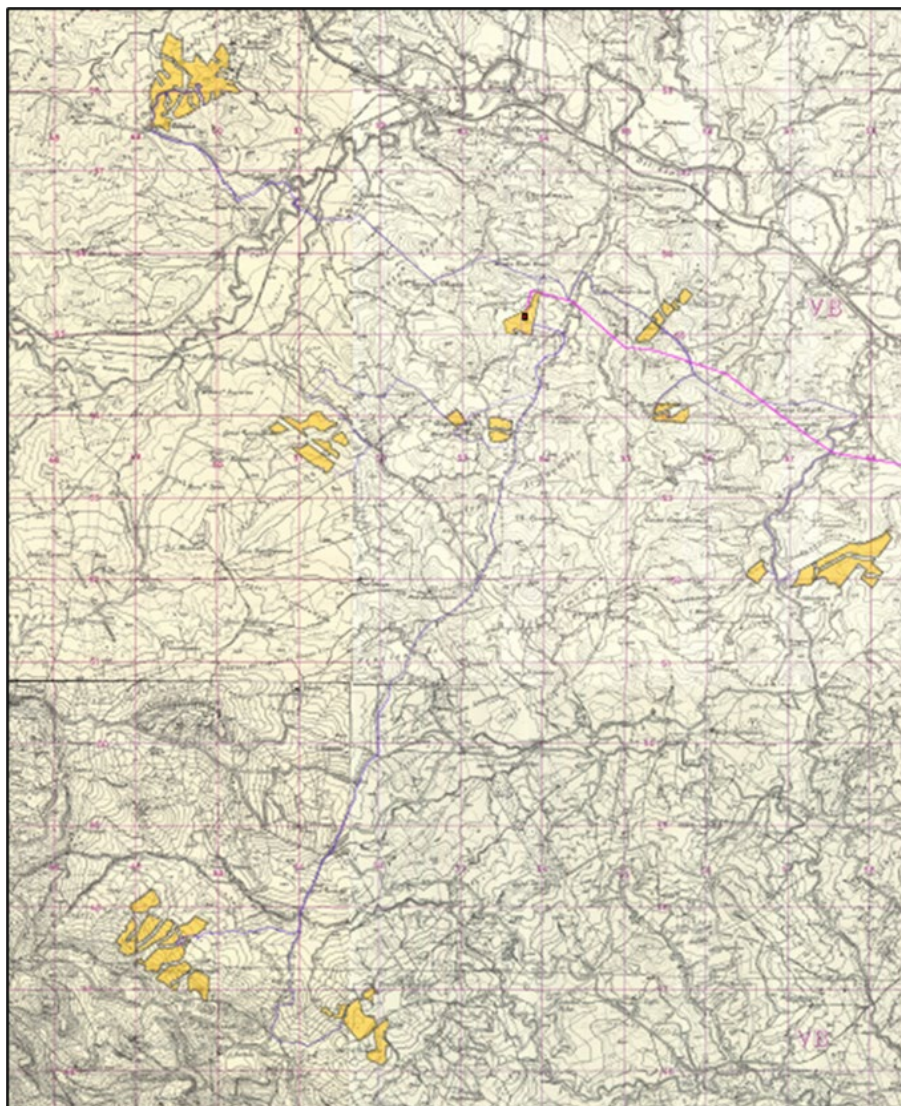


Figura 2 : Inquadramento impianto su base IGM 1:25.000

Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto, così come detto precedentemente, ricadono in agro dei Comuni Vicari (PA), Ciminna (PA) e Campofelice di Fitalia (PA), all’interno delle seguenti cartografie:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche “259 IV SE (Sambuchi)”, “259 III NE (Roccapalumba)”, “259 IV SO (Ciminna)”
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli nn° 620030, 608150, 608160, 608110.

Di seguito si riportano le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 dell’impianto fotovoltaico e della sottostazione elettrica:

SISTEMA UTM 33 WGS84 – COORDINATE ASSOLUTE			
Posizione	E	N	H
Impianto Fv - Campo A (baricentro area)	37.565911°	14.427413°	369 m
Impianto Fv - Campo B (baricentro area)	37.528418°	14.460099°	379 m
Impianto Fv - Campo C (baricentro area)	37.536955°	14.487455°	295 m
Impianto Fv - Campo D (baricentro area)	37.512850°	14.515759°	282 m
Impianto Fv - Campo E (baricentro area)	37.467255°	14.440562°	463 m
Cabina di raccolta e Trasformazione SSEU AT/MT	37.540843°	14.475975°	320 m

Tabella 1 Coordinate assolute parco FV e SSE

### **3. DESCRIZIONE SINTETICA DEI LAVORI**

I lavori di realizzazione del presente progetto hanno una durata massima prevista pari a circa 24 mesi.

Tale durata è condizionata dall'approvvigionamento delle apparecchiature elettriche necessarie al funzionamento dell'impianto (inverter e trasformatori).

Le operazioni preliminari di preparazione del sito prevedono la verifica dei confini e il tracciamento della recinzione. Successivamente, a valle di un rilievo topografico, verranno delimitate e livellate le parti di terreno che hanno dislivelli non compatibili con l'allineamento del sistema pannello/struttura di sostegno.

Concluso il livellamento, si procederà alla installazione dei supporti dei moduli. Tale operazione viene effettuata con piccole trivelle da campo, mosse da cingoli, che consentono una agevole e efficace infissione dei montanti verticali dei supporti nel terreno, fino alla profondità necessaria a dare stabilità alla fila di moduli.

Successivamente vengono sistemate e fissate le barre orizzontali di supporto.

Montate le strutture di sostegno, si procederà allo scavo del tracciato dei cavidotti e alla realizzazione delle platee per le cabine di campo.

Le fasi finali prevedono, a meno di dettagli da definire in fase di progettazione esecutiva, il montaggio dei moduli, il loro collegamento e cablaggio, la posa dei cavidotti interni al parco e la ricopertura dei tracciati.

Dato il raggruppamento in blocchi dell'impianto, le installazioni successive al livellamento del terreno procederanno in serie, ovvero si installerà completamente un blocco e poi si passerà al successivo.

Data l'estensione del terreno e le modalità di installazione descritte, si prevede di utilizzare aree interne al perimetro per il deposito di materiali e il posizionamento delle baracche di cantiere.

L'accesso al sito avverrà utilizzando la esistente viabilità locale, che non necessita di aggiustamenti allargamenti e risulta adeguata al transito dei mezzi di cantiere.

A installazione ultimata, il terreno verrà lasciato allo stato naturale.

Per le lavorazioni descritte è previsto un ampio ricorso a manodopera e ditte locali.

Di seguito si riporta una lista sequenziale delle operazioni previste per la realizzazione dell'impianto e la sua messa in produzione. Fatta eccezione per le opere preliminari, tutte le altre operazioni presentano un elevato grado di parallelismo, in quanto si prevede di realizzare l'impianto per lotti.

Riassumendo, le attività che si prevedono per fa se di cantiere risultano le seguenti:

- Delimitazione dell'area dei lavori.
- Pulizia e sistemazione generale area impianto.
- Esecuzione dei cancelli e completamento della recinzione esterna.
- Tracciamento a terra delle opere in progetto.

- Esecuzione della viabilità di impianto.
- Esecuzione delle sottofondazioni delle cabine o altri edifici.
- Posa delle cabine.
- Esecuzione dei cavidotti.
- Montaggio delle strutture di supporto dei moduli.
- Posa dei pannelli fotovoltaici. Cablaggio delle componenti di impianto.
- Opere di connessione.
- Completamento opere civili ed accessorie.
- Fine lavori
- Collaudo finale
- Dismissione del cantiere.
- Connessione in Rete
- Dichiarazione di entrata in esercizio al GSE

Di seguito si riporta il Cronoprogramma delle opere da realizzare

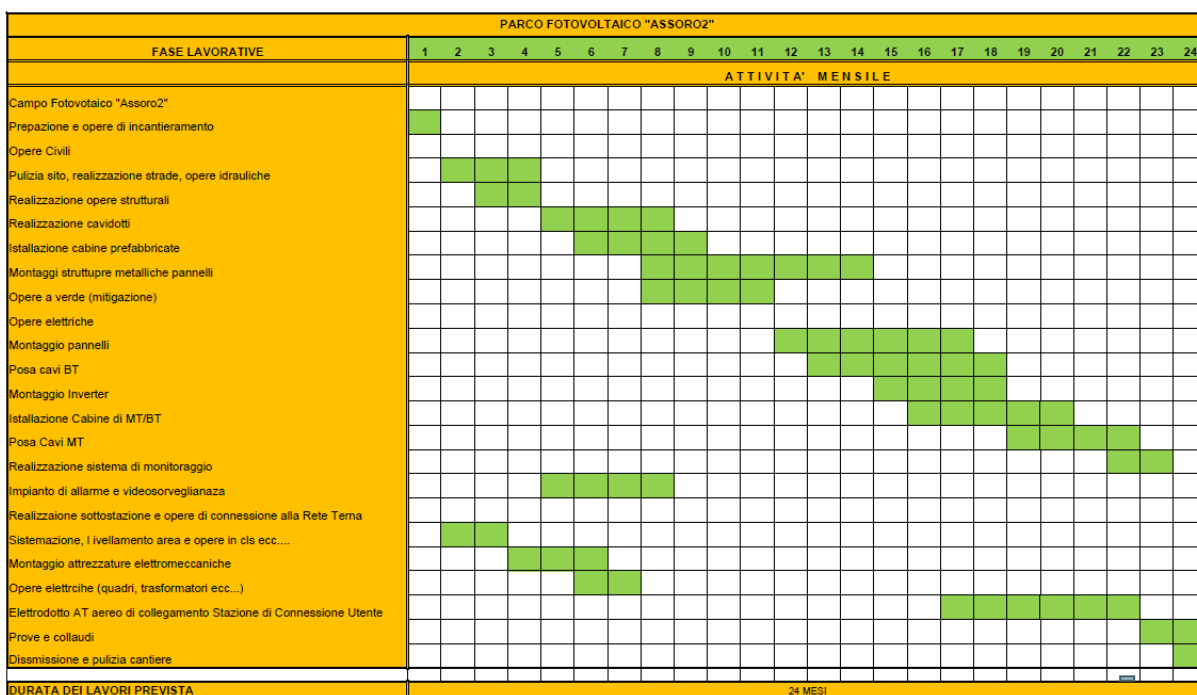


Figura 3 Diagramma di Gantt



## **CAPITOLO 1 - PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI**

### **ART 1.1 - REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI**

---

Gli impianti dovranno essere realizzati a regola d'arte come prescritto dall'art. 6, c. 1, del 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.;
- 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 1.2 - 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 1.3 - PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI - CAVI E CONDUTTORI**

---

#### *ISOLAMENTO DEI CAVI:*

i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria dovranno 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 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;

***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. 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;

***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;

***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.

***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:

## 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	sezione del conduttore di fase
maggiore di 16	metà della sezione del conduttore di fase con minimo di 16	16

*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 (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 1.4 - 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.

**ART 1.5 - 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 1.6 - 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 1.7 - 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 1.8 - 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 1.9 - 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 1.10 - 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 1.11 - 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.

Atale 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 UN IMPIANTO DI TERRA*

Per ogni 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:

- 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);
- 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);
- 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. È 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;

- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiranno i conduttori di terra, di protezione, di equi potenzialità 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);
- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equi potenzialità 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 1.12 - 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:

- 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;

- 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 1.13 - 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 1.14 - 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:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

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

$$I_q \leq K_s^2 \text{ (norme CEI 64-8/1 } \div 7\text{)}.$$

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  $\div$  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 1.15 - PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE

---

### GENERALITÀ

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 1.16 - PROTEZIONE DA SOVRATENSIONI PER FULMINAZIONE INDIRETTA E DI MANOVRA

##### *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.

##### *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 1.17 - PROTEZIONE CONTRO I RADIODISTURBI

##### *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., convoglino 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.

#### *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.

##### 1) 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.

##### 2) 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 1.18 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 1.19 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 2 - CABINA DI TRASFORMAZIONE 30/150/KV/KV****ART 2.1 CARATTERISTICHE GENERALI**

Le presenti disposizioni valgono per la stazione primaria utente da realizzare per la connessione dell'impianto alla Rete Terna Nazionale.

Le principali caratteristiche tecniche delle apparecchiature elettromeccaniche saranno le seguenti:

Tensione nominale	150 kV
Tensione massima	170 kV
Livello di isolamento	650 kV (Vs massa)
Tensione di tenuta a f.i.	275 kV (Vs massa)
Frequenza nominale	50 Hz
Corrente nominale modulo linea e macchina	1250A
Corrente nominale sbarre	2000 A
Tensione nominale circuiti voltmetrici	100V
Corrente nominale circuiti amperometrici:	5A
Tensione di alimentazione ausiliaria in c.c.:	110V
Tensione di alimentazione ausiliaria in c.a.:	230/400 V
Potere di interruzione interruttori 150 kV	31.5 kA
Corrente di breve durata 150 kV	80 kA
Condizioni ambientali limite	-25/+40 °C
Salinità di tenuta superficiale degli isolamenti: Elementi 150 kV	56 g/l

**ART. 2.2 APPARECCHIATURE AT A 150 KV**

Le principali apparecchiature AT costituenti l'impianto 150 kV sono:

**STALLO#1**

- n. 1 Interruttore AT
- n. 1 Trasformatore elettrico 150/30 kV da 130/165 MVA (ONAN/ONAF) con Variatore Sotto Carico
- n. 3 TV misure fiscali
- n. 3 TA
- n. 3 scaricatori ad ossido di zinco

**STALLO#2 (solo predisposizione)**

- n. 1 Interruttore AT

**STALLO COLLEGAMENTO A RTN**

- n. 4 Isolatori portanti
- n. 3 TA

- n. 3 TV
- n. 1 Interruttore AT
- n. 1 Sezionatore AT a pantografo verticale con lame di terra
- n. 3 Terminali unipolari aereo/cavo XLPE

I trasformatori trifase, che verranno ubicati nella sottostazione elettrica utente saranno del tipo in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 150 KV e secondaria 30 kV; saranno costruiti secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. Gli avvolgimenti verranno realizzati con conduttori in rame elettrolitico Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa.

Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria ciascun trasformatore verrà corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione.

Lo smaltimento dell'energia termica prodotta nel trasformatore per effetto delle perdite nel circuito magnetico e negli avvolgimenti elettrici sarà del tipo ONAN/ONAF (circolazione naturale dell'olio e dell'aria/circolazione naturale dell'olio e forzata dell'aria). La cassa d'olio sarà in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori, gli isolatori passanti saranno in porcellana.

La macchina sarà riempita con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile. Il trasformatore sarà dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovrappressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili.

Il peso complessivo del trasformatore è stimabile attorno alle 65/70 t.

Potenza nominale [MVA]	130/165
Frequenza [hz]	50
Tensione a vuoto [V]	150.000 + 10 x 1,5% / 30.000 V
Tensioni Nominali AT/MT [kV]	150/30
Raffreddamento	ONAN / ONAF
Collegamenti AT/MT	Gruppo Stella/Triangolo Ynd 11
Regolazione tensione 150 kV	±10x1,5%

Il dimensionamento geometrico e spaziale degli impianti, ai fini dell'esercizio e della manutenzione dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- Osservanza delle Norme CEI 11-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata";
- Possibilità di circolazione delle persone in condizioni di sicurezza

#### ART. 2.3 COORDINAMENTO DELL'ISOLAMENTO

---

Per la sezione 150 kV è previsto un unico livello di isolamento esterno di 750 kV picco a impulso atmosferico e di 325 kV a f.i. con distanze minime di isolamento in aria fase-terra e fase-fase di 150 cm.

Per gli isolamenti interni è previsto un unico livello di isolamento di 750 kV picco a impulso atmosferico e 325 kV a f.i.

#### ART. 2.4 CORRENTI DI CORTO CIRCUITO E CORRENTI TERMICHE NOMINALI

---

Il livello di corrente di corto circuito trifase per il dimensionamento della sezione 150 kV, ovvero potere interruzione interruttori, corrente di breve durata dei sezionatori e TA, caratteristiche meccaniche degli isolatori portanti, sbarre e collegamenti e dimensionamento termico della rete di terra dell'impianto, è pari a 31,5 kA.

#### ART. 2.5 CARPENTERIA METALLICA, CONDUTTORI, ISOLATORI E MORSETTERIA

---

I sostegni dei componenti e delle apparecchiature di stazione saranno del tipo tubolare e tralicciato. Il tipo tubolare verrà utilizzato per la realizzazione dei sostegni delle apparecchiature AT, delle sbarre e degli isolatori per i collegamenti ad alta tensione, mentre quello tralicciato verrà utilizzato per i sostegni porta terminali aereo/cavo.

Tutti i sostegni saranno rispondenti alle seguenti Norme e Decreti:

- Norme CEI 7-6 e 11-4
- Norme UNI 3740 e 7091
- Norme UNI EN 10025 e 10045/1
- Norma CNR UNI 10011
- NTC

Tutti i materiali per la costruzione dei sostegni verranno individuati tra quelli indicati dalle Norme UNI EN 10025, con l'esclusione degli acciai Fe 490, Fe 590 e Fe 690. I collegamenti filettati per tutti i tipi di sostegno saranno conformi alle Norme UNI

3740. Tutto il materiale ferroso verrà zincato a caldo secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 7-6. Tutti i sostegni sono completi di tutti gli accessori necessari e sono predisposti per la messa a terra, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-4.

Gli isolatori utilizzati per le sbarre, per i sezionatori (isolatori portanti e di manovra) e per le colonne portanti verranno realizzati in materiale polimerico/ceramico e saranno conformi alle Norme CEI 36-12 e CEI EN 60168 e successive integrazioni e modifiche.

La morsetteria AT di stazione è conforme alle Norme CEI EN 61284 e sue successive modifiche ed integrazioni e comprende tutti i pezzi adottati per le connessioni delle sbarre, per le connessioni tra le apparecchiature e per quelle tra le apparecchiature e le sbarre, nonché quelli necessari per gli amarrati di linea. La morsetteria è dimensionata per le correnti di breve durata definite.

Il sistema di sbarre è realizzato mediante conduttori in tubo in lega di alluminio con le seguenti caratteristiche:

- Tensione 150 kV
- Diametro: 100/86 mm
- Lunghezza campate: 9,50 m
- Sbalzo alle estremità: 2 m

Le sbarre saranno costituite da 3 campate, ogni singola fase sarà costituita da una trave unica, vincolata su uno dei sostegni centrali e libera di scorrere sui restanti sostegni. Per i collegamenti fra le apparecchiature verranno impiegati conduttori in corda di alluminio crudo di diametro 36 mm.

#### ART 2.6 - DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER LA CONSEGNA DELLE CABINE DI TRASFORMAZIONE

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

**CAPITOLO 3 - CABINA GENERALE DI IMPIANTO MT 30 KV****ART. 3.1 CARATTERISTICHE GENERALI**

---

Le presenti disposizioni valgono per le cabine MT del Parco fotovoltaico e per la sezione MT della sottostazione utente da realizzare per la connessione dell'impianto alla Rete Terna Nazionale.

Le principali apparecchiature che comporranno le cabine MT consistono in:

**CABINE DI TRASFORMAZIONE 3,2 MW:**

- n. 3 interruttori MT protezione 50/51-67N – 59N completi di sezionatore di terra
- n. 3 scaricatori MT
- n. 3 moduli per risalita barre In= 630 / 800 A
- n. 1 cella misure MT per protezioni e misure fiscali
- n. 1 trasformatore in olio MT/BT 30/0,8 kV/kV 3,6 MVA a doppio avvolgimento secondario
- n. 1 trasformatore in resina BT/BT 800/400 V/V 1kVA
- n. 2 quadri di parallelo CA
- n. 1 quadro servizi ausiliari CA

**CABINA DI TRASFORMAZIONE 0,8 MW:**

- n. 3 interruttori MT protezione 50/51-67N – 59N completi di sezionatore di terra
- n. 3 scaricatori MT
- n. 3 moduli per risalita barre In= 630 / 800 A
- n. 1 cella misure MT per protezioni e misure fiscali
- n. 1 trasformatore in olio MT/BT 30/0,8 kV/kV 1,0 MVA a doppio avvolgimento secondario
- n. 1 trasformatore in resina BT/BT 800/400 V/V 1kVA
- n. 2 quadri di parallelo CA
- n. 1 quadro servizi ausiliari CA



- n. 1 quadro servizi ausiliari CA

#### CABINA DI TRASFORMAZIONE 0,4MW:

- n. 3 interruttori MT protezione 50/51-67N – 59N completi di sezionatore di terra
- n. 3 scaricatori MT
- n. 3 moduli per risalita barre In= 630 / 800 A
- n. 1 cella misure MT per protezioni e misure fiscali
- n. 1 trasformatore in olio MT/BT 30/0,8 kV/kV 1,0 MVA a doppio avvolgimento secondario
- n. 1 trasformatore in resina BT/BT 800/400 V/V 1kVA
- n. 2 quadri di parallelo CA
- n. 1 quadro servizi ausiliari CA

#### CABINA DI CAMPO:

- n. 4 interruttori MT protezione 50/51-67N – 59N completi di sezionatore di terra
- n. 4 scaricatori MT
- n. 4 moduli per risalita barre In= 800 / 800 A
- n. 1 cella misure MT per protezioni e misure fiscali
- n. 1 trasformatore in resina MT/BT 30/0,4 kV/kV 100 kVA
- n. 1 quadro servizi ausiliari CA

#### ART. 3.2 CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE DI MEDIA TENSIONE

---

L'isolamento dell'apparecchiatura sarà corrispondente al valore normale delle tensioni nominali, pari o superiore a quella della tensione primaria effettiva.

Il valore di corrente di corto circuito da considerare per il progetto e le prove, deve essere ricavato dalla potenza apparente di corto circuito della rete nel punto di installazione (dato da richiedere all'Azienda elettrica distributrice).

In mancanza di dati attendibili al riguardo si possono assumere i seguenti valori:

TENSIONE MASSIMA DI RETE (kV)	POTENZA APPARENTE DI CORTO CIRCUITO (MVA)
30	1000
in accordo con le norme CEI 14-4.	

Non sono consentiti organi di manovra che non interrompano contemporaneamente le tre fasi.

### ART. 3.3 TRASFORMATORI

I trasformatori dovranno essere conformi alle relative norme CEI 14-4 e CEI 14-8.

Col commutatore di M.T. sulla presa principale, i valori delle perdite dovute al carico, delle perdite a vuoto, delle correnti a vuoto, devono essere quelli indicati nel seguente prospetto:

Potenza nominale (kVA)	Perdite dovute al carico (W)	Perdite a vuoto (W)	Corrente a vuoto (% In)
100	1.400	250	1,5

I livelli di potenza sonora non potranno superare i 56 dB(A) e comunque dovranno essere commisurati alle esigenze del luogo di installazione.

### ART. 3.4 PROTEZIONI TRASFORMATORI SEZIONE 30.000 V (PROTEZIONI TR)

Caratteristiche Elettriche Principali:

Unità con protezione arco interno sui 4 lati IAC AFLR 16 kA x 1s sfogo gas dal basso

Tensione nominale	kV	36
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50Hz/1min valore efficace	kV	70
Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico 1,2/50 $\mu$ S valore di picco	kV	170
Tensione di esercizio	kV	30
Frequenza nominale	Hz	50 / 60
N° fasi		3

Corrente nominale delle sbarre principali	A	630-1250
Corrente nominale max delle derivazioni	A	630-1250
Corrente nominale ammissibile di breve durata	kA	25
Corrente nominale di picco	kA	31,5
Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale	kA	25
Durata nominale del corto circuito	s	1

### **UNITÀ INTERRUETTORE GENERALE SERIE SM6 TIPO DM1-D CON RELÈ DI PROTEZIONE SEPAM SERIE 20**

Unità Media Tensione, conforme alle norme CEI EN 62271-200, protezione arco interno sui tre lati IAC: A-FLR fino a 16kA per 1s.

Garanzia di qualità UNI EN ISO 9001.

Grado protezione involucro esterno IP 3X.

Impatto meccanico IK 08.

Il quadro sarà formato da unità affiancabili tipo SM6, realizzate con lamiera zincate a caldo, verniciate in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura, colore bianco RAL 9003.

Il quadro avrà le seguenti caratteristiche elettriche:

- Tensione nominale 36kV, livello di isolamento 36-70-170KV.
- Corrente nominale 630A – 1250A
- Potere di interruzione dell'interruttore alla tensione nominale 25kA.
- Indicatori presenza tensione con derivatori capacitivi.
- Sinottico animato.
- Resistenza anticondensa con potenza 50W a 230V, regolata da termostato e protetta da interruttore.
- N. 3 TA tipo ARM3 con isolamento in resina epossidica.
- N. 1 Toroide omopolare tipo CSH160 collegato al Sepam e installato sulla cella arrivo cavi MT.
- SEZIONATORE rotativo a tre posizioni (chiuso, aperto e messo a terra), con sezionamento visibile, isolato in SF6 ad una pressione relativa di 0,4bar del tipo "sistema a pressione sigillato a vita". Blocco chiave su sezionatore chiave libera

in posizione di chiuso Blocco chiave su sezionatore di terra chiave libera in posizione di aperto

- INTERRUTTORE tipo SF1 ad interruzione in esafluoruro di zolfo con polo in pressione del tipo "sigillato a vita" con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20° C uguale a 0,5 bar. Classificazione interruttore secondo CEI EN 62271-100 M2, E2, C2. Blocco chiave su interruttore, chiave libera in posizione d'aperto. Bobina di apertura a lancio di corrente. Comando motorizzato. Contatti ausiliari. Contamanovre. Bobina di minima tensione (da prevedere solo se l'int. è utilizzato come dispositivo generale).
- RELE' A MICROPROCESSORE TIPO SEPAM S20 per protezione e misura, installato su apposito pannello B.T., fornito di display LCD grafico, con protezioni  $I>$ ,  $I>>$ ,  $I>>>$ ,  $I_{o>}$ ,  $I_{o>>}$  e misura delle correnti di fase I1, I2, I3 RMS, Corrente residua  $I_o$ , valori medi e massimi. Memorizzazione dei valori delle correnti di fase ed omopolare prima di un intervento su guasto elettrico. Possibilità di supervisionare la protezione tramite collegamento modbus al dispositivo gateway modbus/ethernet tipo COM'X 510.
- Il Sistema di Protezione Generale (SPG) deve essere conforme alla norma CEI 0-16.
- Unità provata in conformità alla normativa IEEE-693, per resistenza al rischio sismico fino a classe 2.
- Dimensioni dell'unità funzionale: Larghezza 750mm, Altezza (vano BT escluso) 1600mm, Profondità 1140 + 140mm (estensione posteriore per IAC).
- L'unità sarà della serie SM6 di Schneider Electric tipo DM1G SF1 con alimentazione in sbarra, sezionatore, interruttore, risalita integrata ed uscita in sbarra.

### **UNITÀ CON SCARICATORI MT E SEZIONATORE SERIE SM6 TIPO IMP**

Unità Media Tensione, conforme alle norme CEI EN 62271-200, protezione arco interno sui tre lati IAC: A-FLR fino a 16kA per 1s.

Garanzia di qualità UNI EN ISO 9001.

Grado protezione involucro esterno IP 3X. Impatto meccanico IK 08.

Il quadro sarà formato da unità affiancabili tipo SM6, realizzate con lamiera zincate a caldo, verniciate in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura, colore bianco RAL 9003.

Il quadro avrà le seguenti caratteristiche elettriche:

- Tensione nominale 36kV, livello di isolamento 36-70-170KV.
- Corrente nominale 630A.
- Corrente di breve durata 25kA.
- Indicatori presenza tensione con derivatori capacitivi.
- Sinottico animato.
- Resistenza anticondensa con potenza 50W a 230V, regolata da termostato e protetta da interruttore.
- INTERUTTORE MANOVRA SEZIONATORE IMS rotativo a tre posizioni (chiuso, aperto e messo a terra), con sezionamento visibile, isolato in SF6 ad una pressione relativa di 0,4bar del tipo "sistema a pressione sigillato a vita".
- Blocco chiave su sezionatore di terra chiave libera in posizione di aperto. Possibilità di installazione bobina di apertura o motorizzazione.
- SCARICATORI a ossido di metallo Unità provata in conformità alla normativa IEEE-693, per resistenza al rischio sismico fino a classe 2.
- Dimensioni dell'unità funzionale: Larghezza 750mm, Altezza (vano BT escluso) 1600mm, Profondità 1140 + 140mm (estensione posteriore per IAC). L'unità sarà della serie SM6 di Schneider Electric tipo IMP con arrivo in sbarra e scaricatori MT.

### **UNITA' ARRIVO (PARTENZA) CAVI MT, SERIE SM6 TIPO GBM**

Unità Media Tensione, conforme alle norme CEI EN 62271-200, protezione arco interno sui tre lati IAC: A-FLR fino a 16kA per 1s.

Garanzia di qualità UNI EN ISO 9001.

Grado protezione involucro esterno IP 3X. Impatto meccanico IK 08.

Il quadro sarà formato da unità affiancabili tipo SM6, realizzate con lamiera zincate a caldo, verniciate in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura, colore bianco RAL 9003.

Il quadro avrà le seguenti caratteristiche elettriche:

- Tensione nominale 36kV, livello di isolamento 36-70-170KV.
- Corrente nominale 630A.
- Corrente di breve durata 25 kA.
- Indicatori presenza tensione con derivatori capacitivi.

- Sinottico.
- Resistenza anticondensa con potenza 50W a 230V, regolata da termostato e protetta da interruttore. Unità provata in conformità alla normativa IEEE-693, per resistenza al rischio sismico fino a classe 2.
- Dimensioni dell'unità funzionale: Larghezza 375mm, Altezza 1600mm, Profondità 840 + 140mm (estensione posteriore per IAC). L'unità sarà della serie SM6 di Schneider Electric tipo GAM2 con arrivo cavi MT nella parte inferiore e uscita in sbarra nella parte superiore.

### **UNITÀ ARRIVO (O PARTENZA) CAVI MT CON INTERRUTTORE DI MANOVRA-SEZIONATORE (IMS) E MESSA A TERRA CON POTERE DI CHIUSURA SERIE SM6 TIPO IM**

Unità Media Tensione, conforme alle norme CEI EN 62271-200, protezione arco interno sui tre lati IAC: A-FLR fino a 16kA per 1s.

Garanzia di qualità UNI EN ISO 9001.

Grado protezione involucro esterno IP 3X.

Impatto meccanico IK 08.

Il quadro sarà formato da unità affiancabili tipo SM6, realizzate con lamiera zincate a caldo, verniciate in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura, colore bianco RAL 9003.

Il quadro avrà le seguenti caratteristiche elettriche:

- Tensione nominale 36kV, livello di isolamento 36-70-170KV.
- Corrente nominale 630A – 1250A.
- Corrente di breve durata 25 kA.
- Indicatori presenza tensione con derivatori capacitivi.
- Sinottico animato. Resistenza anticondensa con potenza 50W a 230V, regolata da termostato e protetta da interruttore.
- INTERRUTTORE MANOVRA SEZIONATORE IMS rotativo a tre posizioni (chiuso, aperto e messo a terra), con sezionamento visibile, isolato in SF6 ad una pressione relativa di 0,4bar del tipo "sistema a pressione sigillato a vita". Blocco chiave su sezionatore di terra chiave libera in posizione di aperto. Possibilità di installazione bobina di apertura o motorizzazione. Unità provata in conformità alla normativa IEEE-693, per resistenza al rischio sismico fino a classe 2.

- IAC AFLR 12,5kA 1s Sfogo gas dal basso
- Verniciatura standard colore RAL 9003 goffrato (solo fronte)
- Derivatore capacitivo e lampade presenza di tensione Us da 10 a 20 KV
- Comando man a passaggio di punto morto tipo CIT
- Contatti aux su IMS/SEZ (1NA+1NC+1CO)
- Contatti aux supplementari su IMS/SEZ (1NA su IMS/SEZ + 1NA+1NC su SEZ DI TERRA)
- Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di aperto
- Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di chiuso
- Blocco chiave su IMS/SEZ chiave libera in posizione di aperto
- n. 2 Sensore rilevazione arco
- Res anticondensa 50W 220V 50Hz regolata da termostato e protetta da interruttore
- n.2 lampade di segnalazione (Rosso= chiuso; verde= aperto)
- Interruttore automatico protezione circuiti aux
- Toroide omopolare chiuso tipo CSH 160 diametro = 160 mm CEI 0-16
- N.1 kit di 3 sensori per rilevazione termica arrivo/partenza cavi
- Dimensioni dell'unità funzionale: Larghezza 375mm, Altezza 1600mm, Profondità 840 + 140mm (estensione posteriore per IAC). L'unità sarà della serie SM6 di Schneider Electric tipo IM con arrivo cavi MT nella parte inferiore e uscita in sbarra nella parte superiore.

### **UNITÀ MISURA TENSIONE SBARRE (FASE/MASSA) CM**

Unità Media Tensione, conforme alle norme CEI EN 62271-200, protezione arco interno sui tre lati IAC: A-FLR fino a 16kA per 1s.

Garanzia di qualità UNI EN ISO 9001.

Grado protezione involucro esterno IP 3X.

Impatto meccanico IK 08.

Il quadro sarà formato da unità affiancabili tipo SM6, realizzate con lamiera zincate a caldo, verniciate in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura, colore bianco RAL 9003.

Il quadro avrà le seguenti caratteristiche elettriche:

- IAC AFLR 16kA 1s Sfogo gas dal basso

- Verniciatura standard colore RAL 9003 goffrato (solo fronte)
- Senza presenza di tensione
- n.3 TV f/m VRQ2/S3 Ue20kV Rapp 30000 : r3/100:r3/100:3 - 5VA cl05/5VA cl05/50VA cl05 - 3P
- Resistenza antiferrisonanza cablata
- Comando manuale a manovra dipendente tipo CS1
- Contatti aux su SEZ per unità CM e CM2 (2NA+1NC)
- Contatto aux segnalazione fusibile intervenuto (1NA)
- Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di aperto
- Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di chiuso
- Blocco chiave su IMS/SEZ chiave libera in posizione di aperto
- n.3 Fusibile tipo FUSARC-CF Vn =30 KV In=6,3 A
- n.2 Sensori rilevazione arco
- Resistenza anticondensa 50W 220V 50Hz regolata da termostato e protetta da interruttore



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

### **ART4.1 - 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:

- a led
- 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 42 - 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 4.3 - 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 4.4 - 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 5.1 - 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 5.2 - 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 provvisorie. 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 5.3 - 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.

Il sistema di monitoraggio previsto è il SICAM A8000 CP-8050, prodotto dalla Siemens, il quale comprende una serie di funzioni e caratteristiche per garantire un funzionamento affidabile e fornire informazioni precise agli operatori, anche in maniera automatizzata; in particolare in conformità ai requisiti TERNA, il monitoraggio dell'impianto implementa e risponde all'allegato A.68 " Impianti di produzione fotovoltaica - requisiti minimi per la connessione e l'assistenza in parallelo con la rete AT ".

Le caratteristiche principali supportate dal PPC proposto sono:

- Stato dell'impianto
- Registrazione
- segnalazione
- Gestione di eventi e allarmi
- Gestione della manutenzione

Pertanto il sistema si dovrà occupare di post processare tutti i segnali caratteristici provenienti dall'impianto, quali:

- Parametri di controllo (Tensione/corrente) delle stringhe e delle string box;
- Caratteristica tensione corrente negli inverter e nei trasformatori;
- Stato dei quadri BT e MT;
- Potenze elettriche e fisiche coinvolte;

La soluzione PPC prevista per il parco fotovoltaico comprende i seguenti elementi:

- 31 RS 900 (una per ogni stazione di conversione)
- 1 RSG2101
- 1 SICAM A8050 (concentratore di dati)
- 1 Controller centrale elettrica 3AK
- 1 Server SICAM-SCC (con monitor)

### **Stazione meteo**

E' prevista una stazione meteorologica, in posizione baricentrica, composta dai seguenti sensori:

Le stazioni meteorologiche sono composte dai seguenti sensori:

- Barometro (pressione atmosferica)
- Termometro (temperatura ambiente)
- Igrometro (umidità)
- Pluviometro
- Anemometro (forza e direzione del vento)

### **Piranometro**

Nel settore dell'energia solare, i piranometri vengono utilizzati per monitorare le prestazioni delle centrali fotovoltaiche (FV).

Confrontando la potenza effettiva prodotta dalla centrale fotovoltaica con la potenza prevista sulla base di un piranometro può determinarsi l'efficienza della centrale fotovoltaica, valutando nel caso di un calo di efficienza, le possibili cause e quindi stabilire le attività di intervento e/o manutenzione.

#### ART 5.4 - 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 5.5 -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 5.6 - PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI

---

Cavi e conduttori:

### **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;

### **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;

### **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.

### **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.

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



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

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

dove:

$S_p$  = sezione del conduttore di protezione ( $\text{mm}^2$ ).

$I$  = 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 5.7 - 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
$\text{mm}^2$	$\text{mm}^2$	$\text{mm}^2$
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

#### 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;

**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.

- 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 5.8 -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 5.9 - 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 5.10 - 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 5.11 - 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 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.

I materiali utilizzati devono avere caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco che soddisfino quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

#### ART 5.12 - TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE

---

I tubi protettivi annegati 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 5.13 - 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 5.14 - 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 5.15 - 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 5.16 - 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:

$$I_q < I_{Ks2} \text{ conforme alle norme CEI 64-8, art. 434.}$$

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

## ART 5.17 - IMPIANTO FOTOVOLTAICO GRID-CONNECTED

---

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

### **Descrizione generale dell'impianto**

L'impianto nel suo complesso sarà costituito delle seguenti componenti:

- Un collegamento elettrico del parco fotovoltaico alla rete di trasmissione di alta tensione (RTN), che avverrà tramite degli stalli dedicati presso la SE, una nuova stazione elettrica RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce sulla futura linea RTN a 380 kV "Chiamonte Gulfi-Ciminna. La SSEU di impianto e trasformazione AT/MT verrà collegata in antenna attraverso una linea in cavo AT aereo a tensione pari a 150 kV dello sviluppo di circa 15 Km;

- Una sottostazione utente di trasformazione AT/MT 150/30 kV/kV SSEU, composta da una protezione generale e da un sistema di sbarre a 150 kV alle quali collegare in parallelo, attraverso 1 stallo in AT due trasformatori AT/MT e i relativi dispositivi di protezione. All'interno della sottostazione verrà collocata anche la cabina MT (cabina di consegna) contenente:
  - gli organi di sezionamento e protezione delle tre linee in media tensione interrate provenienti dai rispettivi campi A, B, C, D ed E;
  - il trasformatore di servizio completo di protezioni lato MT e lato BT;
  - i quadri elettrici in CA relativi ai servizi ausiliari;
  - un gruppo di continuità;
  - un gruppo elettrogeno.
- Un parco fotovoltaico composto, della potenza complessiva di 181.170 kWp, con le seguenti componenti principali:
  - n°1 cabina di Impianto MT, su cui convergeranno le 5 linee provenienti dai campi
  - n°61 cabina di generazione con un numero variabile di trasformatori della potenza di 3.200 kW e 1.600 kW, in relazione all'estensione del campo e di conseguenza al numero di moduli installati, contenenti:
    - due quadri di parallelo inverter in corrente alternata ai quali confluiranno le uscite CA degli inverter dislocati nel campo;
    - un trasformatore in olio MT/BT di potenza variabile secondo le taglie pari a 3.200 kVA , 1.600 kVA, con doppio avvolgimento secondario;
    - quadri MT a protezione del trasformatore e delle linee in entra-esce.
  - N° 700 inverter trifase , aventi la funzione di convertire l'energia elettrica prodotta dai moduli da corrente continua a corrente alternata. A ciascun inverter, la cui potenza nominale è pari a 200 kW, verranno attestate 18 linee in CC provenienti da altrettante stringhe;
  - 297.000 moduli fotovoltaici del tipo monofacciali di potenza pari a 610 Wp, installati su strutture metalliche fisse di sostegno, raggruppati in stringhe variabili da 23 a 24 unità per una potenza complessiva pari a 181,17 MW.

L'impianto è completato da:

- Tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale;
- Opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, antintrusione, telecontrollo.

L'impianto nel suo complesso è in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione).

Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza potranno essere alimentati da un generatore temporaneo diesel di emergenza e da un sistema di accumulo ad esso connesso (sola predisposizione).

Il generatore fotovoltaico avrà una potenza nominale complessiva pari a 181.170 kWp, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

L'impianto fotovoltaico nel suo complesso sarà quindi formato da n 5 campi di potenza complessiva pari a quella nominale dell'impianto, suddivisi poi in generatori di potenza variabile attestati alle rispettive cabine di trasformazione; gli inverter di stringa di ciascun generatore, dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici, verranno attestate a gruppi presso le Cabine di trasformazione.

### ***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. L'inclinazione dei moduli sarà pari a 18°~20°. 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.

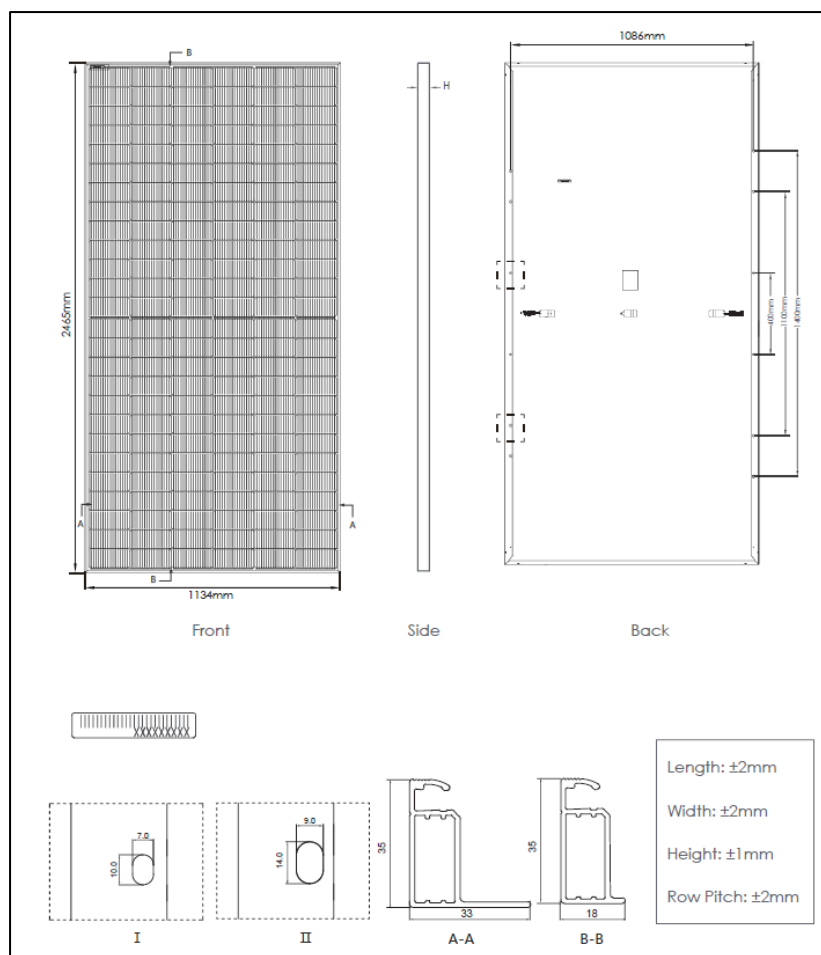
La struttura di sostegno dovrà garantire la stabilità e l'assenza di cedimenti e movimenti che possano compromettere la funzionalità dell'impianto per tutta la vita utile dello stesso, dovrà, inoltre, consentire l'agevole smontaggio di singoli moduli

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.

**Modulo fotovoltaico**

Il pannello è costituito da moduli in Silicio monocristallino a 156 celle con una potenza nominale di 610Wp. Il numero di moduli che compongono una stringa è di 24 e 23 con tensione di stringa variabile in funzione della temperatura.

Di seguito sono riportati i disegni di dettaglio del modulo fotovoltaico e le caratteristiche tecniche.



*Dettaglio del Pannello Fotovoltaico (Vista frontale, posteriore e dimensioni)*

Module Type	JinKO SOLAR JKM610N-78HL4	
	STC	NOCT
Maximum Power [Wp] (Pmax)		

Module Type	JinKO SOLAR JKM610N-78HL4	
	STC	NOCT
Maximum Power Voltage [V]	45,59	42,28
Maximum Power Current [A]	13,38	10,85
Open-Circuit Voltage [V] (VOC)	55,25	52,48
Short-Circuit Current [A] (ISC)	14,11	11,39
Module Efficiency STC [%]	21,82	
Operating Temperature [°C]	[-40; +85]	
Maximum System Voltage	1500VDC (IEC)	
Maximum Series Fuse Rating [A]	30A	
Power Tolerance [%]	[0; 3]	
Temperature Coefficient of Pmax	-0.30 %/C	
Temperature Coefficient of VOC	-0.25 %/C	
Temperature Coefficient of ISC	0.046 %/C	
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C	

Data Sheet Pannello – 1

Mechanical Characteristics	
Cell Type	Monocrystalline
No. of cells	156
Dimensions	2465x1134x35mm
Weight	30,6 kg
Front Glass	3,2 mm, Anti-Reflection Coating
Frame	35 mm Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	Ip68 Rated
Output Cables	TUV 1x 4.0 mm <sup>2</sup> Lunghezza (+)400; (-)200 mm or customized length

Tabella 2 Data Sheet Pannello - 2

I pannelli utilizzati saranno a basso indice di riflettanza al fine di minimizzare il fenomeno dell'abbagliamento. nello specifico secondo quanto dichiarato dalla casa produttrice questo può quantificarsi nel 6 ~6,5%.

### **Inverter**

L'inverter ha la funzione di convertire l'energia elettrica prodotta dal campo fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA).

Avendo adottato una configurazione ad inverter distribuiti, il parco fotovoltaico sarà caratterizzato dalla presenza di 656 inverter opportunamente posizionati al fine di contenere la lunghezza dei collegamenti in CC (cavi di stringa).

L'inverter selezionato, denominato SUN2000-215 KTL-H1 è prodotto da HUAWEI; ed ha le seguenti caratteristiche.



*Immagine dell'inverter Sun 2000-215 KTL-H1*

Efficiency	
Max. Efficiency	99.00%
European Efficiency	98.60%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power ( $\cos\phi=1$ )	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes

Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

### **Quadro di parallelo BT**

Presso ciascuna stazione di conversione è installato un quadro di parallelo in bassa tensione per protezione del collegamento tra gli inverter e il trasformatore.

Il quadro consentirà il sezionamento delle singole sezioni di impianto afferenti al trasformatore e le necessarie protezioni alle linee elettriche.

### **Quadri servizi ausiliari**

La stazione di conversione è fornita dei quadri di servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento degli impianti.

### **Trasformatore BT/MT**

A valle dell'inverter è installato un trasformatore in olio a doppio avvolgimento secondario che avrà la funzione di elevare la tensione da 660 V a 30 kV.

Tutti i trasformatori saranno del tipo ad olio, sigillati ermeticamente, installati su apposita vasca raccolta oli, idonei per l'installazione in esterno.

Di seguito si riportano le caratteristiche di un trasformatore da 3.200 kVA.

Dato	Valore
Trasformatore STANDARD	conforme a IEC 60076 e IEC 61378
Tipo di trasformatore	Chiuso ermeticamente
Raffreddamento	ONAN (olio naturale, aria naturale)
Tipo di olio	Olio minerale
Frequenza nominale	50 Hz
Gruppo vettoriale	DdOd0
Altitudine del sito di installazione	fino a 1000 m slm
Vita media	> 25 anni
Max. squilibrio di potenza	fino al 100%

Dato	Valore
Tensione di corto circuito u KMV-LV	6%
Livello di isolamento MV	fino a 24 kV: 24/50/120 kV
Tensione nominale di resistenza CA a sorgente separata a breve durata (rms) BT / MT	50 kV / 10 kV
Tensione nominale di tenuta all'impulso (valore di picco) MT	120 kV
<b>LATO MEDIO DI TENSIONE</b>	
Tensione nominale / Tensione operativa	24,0 kV / 20,0 kV
Regolazioni MT (commutatore sotto carico)	-5%, -2,5%, 0%, 2,5%, 5%
<b>LATO A BASSA TENSIONE 1-2</b>	
Potenza nominale / Bassa tensione nominale	3200 kVA / 660 V CA.
Corrente nominale (lato LV)	2280 A
Max. Corrente THD (lato LV)	3%
Max. Corrente DC offset (lato BT)	<0,5%
Max. tensione di picco tra gli avvolgimenti BT e la terra	3000 Vp
Max. tensione di picco tra gli avvolgimenti BT	3000 Vp
Max dV / dt tra gli avvolgimenti BT e la terra	500 V / $\mu$ s
Max. dV / dt tra gli avvolgimenti di BT	500 V / $\mu$ s
Perdita di carico a vuoto	4600 W.
Perdite di carico alla corrente nominale (75 ° C)	31000 W
Temperature ambiente	-15 ° C fino a + 40 ° C
Temperatura a vuoto	-15 ° C fino a + 60 ° C
Dimensioni massime L x L x A	2900mm x 1800mm x 2100mm
Resistività alla corrosione (secondo ISO12944)	C4-H
Colore	RAL 7035 o standard del fornitore
Termometro	1 x Pt100 nell'olio
Protezione	Scarico di gas, pressione eccessiva, temperatura e riempimento livello
Accessori inclusi	Schermo elettrostatico tra BT ed avvolgimenti MT
Posizioni delle boccole	sui lati corti opposti del trasformatore
Connessioni e scatola di connessione lato HV	Collegamento plug-in, acc. Per Standard IEC 60076
Connessioni e scatola di connessione Lati LV	Boccole in porcellana sec. secondo IEC60076, dimensioni della scatola e distanze delle boccole per essere idoneo a collegare fino a 8 cavi unipolari da 240 -400mm <sup>2</sup> per fase
Valvola di sovrappressione	valvola e tubazioni verso il basso nella vasca dell'olio
Valvola per il prelievo di campioni d'olio	Valvola bloccabile
Golfari di sollevamento del trasformatore e del vaso del trasformatore	progettato solo per il trasformatore pieno
Targhetta	secondo le norme IEC
Peso dell'olio	2950 kg
Trasformatore a tutto peso	11900 kg
Capacità di resistenza sismica	Accelerazioni orizzontali e verticali fino a 0,5 g



### Caratteristiche dei cavi MT

Le caratteristiche fisiche ed elettriche dei cavi a 30 kV sono riportate nelle tabelle seguenti.

La linea sarà posata all'interno di uno scavo, di dimensioni opportune in relazione al numero di linee ed alle formazioni, come mostrato negli elaborati grafici facenti parte del progetto.

**RG7H1M1 18/30 kV**

**Caratteristiche tecniche/Technical characteristics**

Formazione Size	Ø Indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Ø Indicativo isolante Approx. insulation Ø	Ø esterno max Max outer Ø	Peso Indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					in aria in air		interato* buried*	
					a fillo initial	in piano flat	a fillo initial	in piano flat
n° x mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	A	A	A	A
1 x 50	8,1	25,0	31,5	1386,0	258,0	290,0	231,0	240,0
1 x 70	9,7	25,0	31,5	1532,0	319,0	360,0	284,0	294,0
1 x 95	11,4	28,0	32,5	1791,0	389,0	441,0	339,0	351,0
1 x 120	12,9	27,0	33,5	2006,0	449,0	507,0	387,0	400,0
1 x 150	14,3	28,2	34,8	2387,0	506,0	578,0	432,0	448,0
1 x 185	16,0	29,3	35,9	2893,0	582,0	661,0	489,0	507,0
1 x 240	18,3	31,0	37,9	3316,0	689,0	775,0	587,0	583,0
1 x 300	21,0	34,0	41,5	3978,0	790,0	884,0	640,0	654,0
1 x 400	23,2	37,0	44,3	4885,0	913,0	1020,0	725,0	740,0
1 x 500	26,4	40,8	48,1	6050,0	1056,0	1174,0	820,0	835,0
1 x 630	30,4	44,8	51,3	7522,0	1210,0	1334,0	923,0	932,0

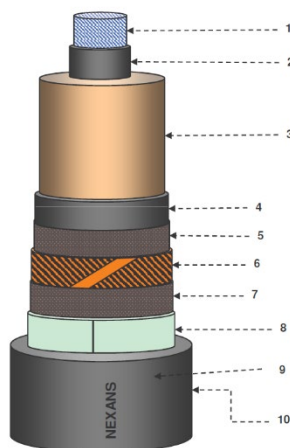
\*Resistività termica del terreno 100°C cm/W  
\* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

**Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics**

Formazione Size	Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 105°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 105°C and 50Hz		Resistenza di fase Phase resistance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz
		a fillo initial	in piano flat	a fillo initial	in piano flat	
		Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	
1 x 50	0,387	0,517	0,516	0,14	0,20	0,15
1 x 70	0,268	0,358	0,358	0,13	0,19	0,17
1 x 95	0,193	0,258	0,258	0,12	0,18	0,19
1 x 120	0,153	0,205	0,205	0,12	0,18	0,22
1 x 150	0,124	0,186	0,186	0,11	0,17	0,24
1 x 185	0,0991	0,133	0,133	0,11	0,17	0,27
1 x 240	0,0754	0,102	0,102	0,10	0,16	0,30
1 x 300	0,0601	0,082	0,082	0,10	0,16	0,34
1 x 400	0,0470	0,065	0,065	0,090	0,16	0,38
1 x 500	0,0366	0,053	0,052	0,095	0,15	0,42
1 x 630	0,0283	0,043	0,041	0,098	0,15	0,47

### **Caratteristiche dei cavi At**

Il cavo utilizzato per la trasmissione in Alta Tensione sarà del tipo AT XLPE -150 KV- con una sezione di 1.600 mm<sup>2</sup>.



Di seguito sono elencati gli elementi che compongono il cavo, così come indicato nella figura:

1. Materiale del conduttore – Corda rigida rotonda, compatta di Al – Sez. 800 mm<sup>2</sup>;
2. Semiconduttore estruso
3. Isolante estruso di XLPE;
4. Semiconduttore estruso;
5. Nastro water blocking semiconduttore;
6. Schermo a fili di rame ricotto non stagnato;
7. Nastro water blocking semiconduttore;
8. Nastro di Al;
9. Guaina esterna di PE;
10. Strato conduttivo: strato semiconduttivo estruso

#### **ART 5.18 - 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 5.19 - 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 5.20 - 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 5.21 - 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  $650^{\circ}$  C. I quadri devono in tal caso, essere composti da cassette isolanti con piastra porta parecchi 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 5.22 - CABINE DI CAMPO

---

Le cabine elettriche prefabbricate 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. 17 Gennaio 2018, 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;

I Box saranno realizzati in C.A. vibrato con struttura monolitica 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 8,00 e complete di inserti d'acciaio per apparecchiature BT, posizionati come nelle relative tabelle di unificazione.

Le cabine sarà fornita completa di infissi in VTR 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 plotta in VTR atta a sopportare un carico concentrato in mezzeria 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 falte 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 cav in un unico monolite dimensionato come da relative tabelle di unificazione DG 2061, ed è dotato delle prefratture, 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.

I box verranno finiti e sigillati 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.

*LE CABINE, A SECONDO DEL LORO USO, SONO COSTITUITE DA LOCALI:*

- Locale BT
- Locale TLC
- Locale TRAFÒ
- Locale MT
- Locale Uffici

Inoltre le cabine dovranno essere dotate 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.

#### ART 5.23 - ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

---

I materiali dei quali sono stati richiesti campioni potranno essere posti in opera solo dopo l'accettazione da parte dell'Amministrazione, per il tramite della Direzione Lavori. Questa dovrà dare il proprio responso entro sette giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto di che il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere.

L'appaltatore non dovrà porre in opera i materiali rifiutati dall'Amministrazione provvedendo, quindi, ad allontanarli dal cantiere.

## **CAPITOLO 6 - SPECIFICHE TECNICHE OPERE IN C.A.**

### **ART 6.1 - PREMESSE**

---

Le presenti disposizioni riguardano le specifiche tecniche che devono avere i calcestruzzi impiegati per le opere in c.a.

I dati fondamentali per identificare i calcestruzzi a prestazione, specificati nel seguito, comprendono:

- a- classe di esposizione ambientale;
- b- classe di resistenza;
- c- classe di consistenza;
- d- acqua da impasto;
- e- tipo di cemento,
- f- tipo di aggregati e loro dimensione massima;
- g- additivi;
- h- valore nominale del copri ferro.

### **ART 6.2 – CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE**

---

Dopo avere definito ciascuno degli elementi sopra riportati, si potrà procedere alla caratterizzazione prestazionale del calcestruzzo da impiegare per la costruzione delle strutture in cemento armato. Di seguito si procederà con l'analisi e la scelta di ciascuno di tali elementi caratteristici.

In accordo con la normativa europea UNI EN 206-1 e con quella italiana UNI 11104, il livello di rischio per una determinata opera dipende dalle azioni chimico-fisiche alle quali si presume che potrà essere esposto il calcestruzzo durante il periodo di vita delle opere e che causa effetti che non possono essere classificati come dovuti a carichi o ad azioni indirette quali deformazioni impresse, cedimenti e variazioni. A tal fine, le norme suddette suddividono gli ambienti in base alla tipologia del degrado atteso per le armature e per l'acciaio, individuando delle classi di esposizione ambientale. Ai fini di una corretta prescrizione del calcestruzzo, occorre,

quindi, classificare l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale risulterà inserito.

A seconda delle condizioni ambientali, vengono individuate le classi e sottoclassi di esposizione ambientale del calcestruzzo, riportate nella seguente tabella

Classe di esposizione	Ambiente	Struttura	Sottoclassi
<b>X0</b>	Nessun rischio di corrosione (interni di edifici asciutti)	Tutte	X0
<b>XC</b>	Corrosione delle armatura promossa da carbonatazione	Armata	XC1-XC2-XC3-XC4
<b>XD</b>	Corrosione delle armatura promossa da cloruri esclusi quelli presenti in acqua di mare	Armata	XD1-XD2-XD3
<b>XS</b>	Corrosione delle armatura promossa dai cloruri dell'acqua di mare	Armata	XS1-XS2-XS3
<b>XF</b>	Degrado del calcestruzzo per cicli di gelo e disgelo	Tutte	XF1-XF2-XF3-XF4
<b>XA</b>	Attacco chimico	Tutte	XA1 - XA2 - XA3

Per ogni classe di esposizione ambientale, la normativa impone il rispetto di alcuni requisiti minimi (norma UNI 11140). Tali requisiti sono:

- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- rapporto acqua/cemento;
- dosaggio minimo di cemento.

#### ART 6.3 – CLASSI DI RESISTENZA

---

La resistenza a compressione del calcestruzzo è espressa in termini di resistenza caratteristica, definita come quel valore di resistenza al di sotto del quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.



La resistenza caratteristica cubica  $R_{ck}$  viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cubi di 150 mm di lato, per aggregati con diametro massimo fino a 32 mm, o di 200 mm di lato per aggregati con diametro massimo maggiore.

La resistenza caratteristica cilindrica  $f_{ck}$  viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cilindri di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza.

Per indicare la classe di resistenza si utilizza la simbologia Cxx/yy ove xx individua il valore della resistenza caratteristica cilindrica  $f_{ck}$  e yy il valore della resistenza caratteristica cubica  $R_{ck}$ , entrambi espressi in N/mm<sup>2</sup> (1 N/mm<sup>2</sup> ~ 10 Kg/cm<sup>2</sup>), così come riportato nella seguente tabella:

Classe	$R_{ck}$	$f_{ck}$	0,83 $R_{ck}$	Diff %
C8/10	10	8	8,30	3,75%
C12/15	15	12	12,45	3,75%
C16/20	20	16	16,60	3,75%
C20/25	25	20	20,75	3,75%
C25/30	30	25	24,90	-0,40%
C28/35	35	28	29,05	3,75%
C32/40	32	40	33,20	3,75%
C35/45	45	35	37,35	6,71%
C40/50	50	40	41,50	3,75%
C45/55	55	45	45,65	1,44%
C50/60	60	50	49,80	-0,40%

#### ART 6.4 – CLASSI DI CONSISTENZA

---

La lavorabilità, indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto nella cassaforma, viene comunemente valutata attraverso la misura della consistenza.

La consistenza, come la lavorabilità, è il risultato di più proprietà reologiche: di conseguenza può essere valutata solo in modo relativo, sulla base del comportamento dell'impasto fresco a determinate modalità di prova. Per la classificazione della consistenza del calcestruzzo si fa riferimento ai seguenti metodi:

- abbassamento del cono (UNI 9418);
- spandimento (UNI 8020 – metodo B).

I valori di riferimento per ciascun metodo di prova sono indicati nelle tabelle seguenti

CONSISTENZA	ABBASSAMENTO / SLUMP (mm)	TIPOLOGIA DI STRUTTURA
<b>S1</b>	10 – 40 <b>UMIDA</b>	Pavimenti con vibronitrice
<b>S2</b>	50 – 90 <b>PLASTICA</b>	Strutture con casseri rampanti
<b>S3</b>	100 – 150 <b>SEMIFLUIDA</b>	Strutture poco armate o non armate
<b>S4</b>	160 – 210 <b>FLUIDA</b>	Strutture mediamente armate
<b>S5</b>	> 210 <b>SUPERFLUIDA</b>	Strutture fortemente armate o con modesto spessore

Classe di consistenza	Spandimento mm
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	≥ 630

#### ART 6.5 –SPECIFICHE PER LA PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO

---

Come detto in precedenza, per poter garantire la durabilità delle opere in c.a. ed i livelli di sicurezza prefissati, è fondamentale la scelta accurata delle materie prime con cui realizzare il calcestruzzo, quali:

- acqua;
- cemento;
- aggregati;
- additivi.

### ***Acqua d'impasto***

L'acqua ha un ruolo fondamentale nella produzione del calcestruzzo, poiché una sua errata scelta o dosaggio può dare origine a fenomeni di ritardo o di accelerazione nel processo di presa e di indurimento, con un possibile conseguente degrado delle strutture. Al fine di evitare tali inconvenienti è necessario che l'acqua di impasto posseda i requisiti previsti dalla norma UNI EN 1008.

Malgrado la normativa consenta l'uso di acque di riciclo, se ne sconsiglia l'uso poiché essa può contenere sostanze solide in sospensione che potrebbero compromettere la reologia del calcestruzzo.

### ***Cemento***

Per il confezionamento del calcestruzzo devono essere usati i cementi che posseggono marcatura CE e siano conformi alle prescrizioni definite dalla norma UNI EN 197-1. Tale norma individua 162 classi di cemento suddivisi per composizione e prestazione.

### ***Aggregati***

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi riciclo, ottenuti da frantumazione di macerie provenienti dalla demolizione di edifici, di strutture in calcestruzzo armato o dagli scarti di produzione degli stabilimenti di calcestruzzo, conformi alla Norma Europea UNI EN 12620 e della UNI EN 8520-2 e, per gli aggregati leggeri, alla Norma Europea UNI EN 13055-1.

Gli aggregati dovranno comunque presentare una massa volumica non inferiore a 2600 Kg/m<sup>3</sup>, al fine di evitare l'uso di materiale poroso che può compromettere la resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo.

Nella realizzazione della malta cementizia dovranno essere usate:

- Sabbia viva con grani assortiti da 0 a 7 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materiale organico o di salsedine;
- Ghiaia, non friabile, priva di sostanze estranee, terra o salsedine. Se sporca, dovrà essere accuratamente lavata.

- Gli aggregati usati dovranno, inoltre, essere non gelivi, cioè la capacità di assorbimento di acqua dovrà essere inferiore all'1% in peso, in modo tale da evitare eventuali fenomeni di congelamento interno alla struttura.

### **Additivi**

Gli additivi per calcestruzzo sono classificati dalla norma UNI EN 934-2 in base all'azione che essi hanno sulle proprietà dell'impasto.

### **Copriferro minimo per garantire la durabilità**

L'Eurocodice 2 fornisce i valori minimi del copriferro in funzione del tipo di armatura, della classificazione strutturale e della classe di esposizione ambientale, come riportato nella tabella seguente, relativamente a c.a.o.

Classe strutturale	Classe di esposizione ambientale						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

### **Modalità di messa in opera e disarmo**

I getti saranno opportunamente stipati e vibrati e la loro superficie verrà tenuta umida per almeno tre giorni. Sarà comunque vietata l'esecuzione di getti quando la temperatura esterna è minore di zero gradi.

Il disarmo delle casseformi, nelle costruzioni in cemento armato normale, nelle migliori condizioni atmosferiche, dovrà avvenire non prima di tre giorni.

### **Calcestruzzo non strutturale**

Al di sotto di tutte le opere di fondazione delle strutture in cemento armato, per livellare nel miglior modo possibile il piano di posa delle fondazioni, si dovrà eseguire un getto di calcestruzzo magro. Poiché tale calcestruzzo non ha nessuna funzione strutturale, si potrà eseguire il getto con un calcestruzzo di classe C20/25.

### **Prescrizioni sulle tipologie di acciaio**

l'acciaio saldabile, che si prescrive, è del tipo B450C, qualificato secondo le Norme attualmente vigenti.

L'acciaio B450C dovrà essere caratterizzato dai seguenti valori nominali di tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$f_{y,nom}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,nom}$	540	N/mm <sup>2</sup>

L'acciaio per cemento armato deve essere prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti e tralicci. Prima della fornitura in cantiere i singoli elementi possono essere saldati, presagomati o preassemblati sotto la vigilanza del Direttore dei Lavori o in centri di trasformazione.

Tutti gli acciai usati come ferri d'armatura per il calcestruzzo devono essere ad aderenza migliorata.

## **CAPITOLO 7 - SPECIFICHE TECNICHE OPERE IN TERRA**

### **ART 7.1 - PREMESSE**

---

Le viabilità di servizio, *definite come opere in terra*, saranno costituite da stradelle con larghezza di 5,00 m più due banchine laterali di 0,5 m; esse saranno realizzate con uno strato di fondazione in misto calcareo di 20- 30 cm, eventualmente steso su geotessile disteso alla base del cassonetto stradale a diretto contatto con il terreno, allo scopo di limitare al massimo le deformazioni e i cedimenti localizzati; superiormente sarà previsto uno strato di finitura/usura in misto stabilizzato, dello spessore di 10 cm.

**ART 7.2 – MATERIALI PER RILEVATI E SOVRASTRUTTURE**

---

***Rilevati aridi e soprastrutture per strade***

L'esecuzione dei corpi di rilevato e delle soprastrutture (ossatura di sottofondo) per le strade deve avvenire coerentemente ai disegni ed alle prescrizioni di progetto.

Ove queste ultime si posano su sottofondo ottenuto mediante scavo di sbancamento, allorché la compattazione del

I materiali da utilizzare per la formazione dei rilevati delle strade dovranno appartenere alle categorie A1, A2.1, A2.2, A2.3, A2.4, A2.5, A3 secondo la classificazione della norma UNI CNR 10006:2002.

L'esecuzione del rilevato può iniziare solo quando il terreno in sito risulta scoticato, gradonato e costipato con uso di rullo compressore adatto alle caratteristiche del terreno; il costipamento può ritenersi sufficiente quando viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un Modulo di deformazione "Md" di almeno 30 N/mm<sup>2</sup>, da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità riportate nel seguito, e con frequenza di una prova ogni 500 m<sup>2</sup> di area trattata o frazione di essa.

***Sovrastrutture per strade***

Per la formazione della soprastruttura per strade si deve utilizzare esclusivamente il misto granulare di cava classificato A1 secondo la classificazione della norma UNI CNR 10006:2002.

L'esecuzione della soprastruttura può avvenire solo quando il relativo piano di posa risulta regolarizzato, privo di qualsiasi materiale estraneo, costipato fino ai previsti valori di capacità portante (pari ad un "Md" di almeno 30 N/mm<sup>2</sup> per piani di sbancamento o bonifica, e pari ad un "Md" di almeno 80 N/mm<sup>2</sup> per piani ottenuti con rilevato) da determinarsi mediante prove di carico su piastra con la frequenza sopra definita.

Sia nell'esecuzione dei rilevati che delle soprastrutture il materiale deve essere steso a strati di 20-25 cm d'altezza, secondo quanto stabilito nei disegni di progetto, compattati, fino al raggiungimento del 95% della densità AASHO modificata, inclusi tutti i magisteri per portare il materiale all'umidità ottima, tenendo presente che

l'ultimo strato costipato consenta il deflusso delle acque meteoriche verso le zone di compluvio, e rifilato secondo progetto.

Il costipamento di ogni strato di materiale deve essere eseguito con adeguato rullo compressore previo eventuale inaffiamento o ventilazione fino all'ottimo di umidità.

Il corpo di materiale può dirsi costipato al raggiungimento del 95% della densità AASHO modificata e comunque quando ai vari livelli viene raggiunto il valore di "Md" pari almeno a quello richiesto, da determinarsi mediante prova di carico su piastra con le modalità di seguito descritte.

Per l'eventuale primo strato della soprastruttura è richiesto un Md di almeno 80 N/mm<sup>2</sup> mentre per lo strato finale della soprastruttura è richiesto un Md di almeno 100 N/mm<sup>2</sup>.

Il controllo delle compattazioni in genere viene eseguito su ogni strato, mediante una prova di carico su piastra ogni 500 m<sup>2</sup> di area trattata o frazione di essa, e comunque con almeno n. 4 prove per strato di materiale.

A costipamento avvenuto, se i controlli risultano favorevoli, si dà luogo a procedere allo stendimento ed alla compattazione dello strato successivo.

### ***Sistemazione del piano di posa***

Il piano di posa è costituito dall'intera area di appoggio dell'opera in terra ed è rappresentato da un piano ideale al disotto del piano di campagna ad una quota non inferiore a cm 30, che viene raggiunto mediante un opportuno scavo di sbancamento che allontani tutto il terreno vegetale superficiale; lo spessore dello sbancamento dipenderà dalla natura e consistenza dell'ammasso che dovrà rappresentare il sito d'impianto dell'opera.

Qualora, al disotto della coltre vegetale, si rinvenga un ammasso costituito da terreni A1, A3, A2 (secondo la classificazione C.N.R.) sarà sufficiente eseguire la semplice compattazione del piano di posa così che il peso del secco in sito (massa volumica apparente secca nelle unità S.I.) risulti pari al 90% del valore massimo ottenuto in laboratorio nella prova A.A.S.H.T.O. Mod. su un campione del terreno.

Per raggiungere tale grado di addensamento si potrà intervenire, prima dell'operazione di compattazione, modificando l'umidità in sito per modo che questa risulti prossima al valore ottimo rilevabile dalla prova A.A.S.H.T.O. Mod.

Se, invece, tolto il terreno superficiale (50 cm di spessore minimo) l'ammasso risulta costituito da terreni dei gruppi A4, A5, A6, A7 sarà opportuno svolgere una attenta indagine che consenta di proporre la soluzione più idonea alla luce delle risultanze dei rilevamenti geognostici che occorrerà estendere in profondità.

I provvedimenti da prendere possono risultare i seguenti:

- ✓ approfondimento dello scavo di sbancamento, fino a profondità non superiori a 1,50 ÷ 2,00 m dal piano di campagna, e sostituzione del terreno in sito con materiale granulare Al (Ala od Alb), A3 od A2, sistemato a strati e compattato così che il peso secco di volume risulti non inferiore al 90% del valore massimo della prova A.A.S.H.T.O. Mod. di laboratorio; si renderà necessario compattare anche il fondo dello scavo mediante rulli a piedi di montone;
- ✓ approfondimento dello scavo come sopra indicato completato, dove sono da temere risalite di acque di falda per capillarità, da drenaggi longitudinali con canalette di scolo o tubi drenanti che allontanino le acque raccolte dalla sede stradale;
- ✓ sistemazione di fossi di guardia, soprattutto per raccogliere le acque superficiali lato monte, di tombini ed acquedotti in modo che la costruzione della sede stradale non modifichi il regime idrogeologico della zona.

Qualora si rinvenivano strati superficiali di natura torbosa di modesto spessore (non superiore a 2,00 m) è opportuno che l'approfondimento dello scavo risulti tale da eliminare completamente tali strati.

Per spessori elevati di terreni torbosi o limo-argillosi fortemente imbibiti d'acqua, che rappresentano ammassi molto compressibili, occorrerà prendere provvedimenti più impegnativi per accelerare l'assestamento (con pali di sabbia o mediante precompressione statica per mezzo di un sovraccarico) ovvero sostituire l'opera in terra (rilevato) con altra più idonea alla portanza dell'ammasso.

Nei terreni acclivi la sistemazione del piano di posa dovrà essere realizzata a gradoni facendo in modo che la pendenza trasversale dello scavo non superi il 5%; in questo caso risulta sempre necessaria la costruzione lato monte di un fosso di guardia e di un drenaggio longitudinale se si accerta che il livello della falda è superficiale.

Per individuare la natura meccanica dei terreni dell'ammasso si consiglia di eseguire, dapprima, semplici prove di caratterizzazione e di costipamento:



- umidità propria del terreno;
- granulometria;
- limiti ed indici di Atterberg;
- prova di costipamento A.A.S.H.T.O. Mod.

Nei terreni che si giudicano molto compressibili si procederà ad ulteriori accertamenti mediante prove edometriche (su campioni indisturbati) o prove penetrometriche in sito.

Per i terreni granulari di apporto (tipo A1, A3, A2) saranno sufficienti le analisi di caratterizzazione e la prova di costipamento.

I controlli della massa volumica in sito negli strati ricostituiti con materiale granulare idoneo dovranno essere eseguiti ai vari livelli (ciascuno strato non dovrà avere spessore superiore a 30 cm a costipamento avvenuto) ed estesi a tutta la larghezza della fascia interessata.

Ad operazioni di sistemazione ultimate potranno essere ulteriormente controllate la portanza del piano di posa mediante la valutazione del modulo di compressibilità  $M_e$ , secondo le norme CNR, eventualmente a doppio ciclo:

- per rilevati fino a 4 m di altezza, il campo delle pressioni si farà variare da 0,5 a 1,5 daN/cm<sup>2</sup>;
- per rilevati da 4 a 10 m, si adotterà il  $\Delta p$  compreso fra 1,5 e 2,5 daN/cm<sup>2</sup>.

In ogni caso dovrà risultare  $M_e \geq 300$  daN/cm<sup>2</sup>.

Durante le operazioni di costipamento dovrà accertarsi l'umidità propria del materiale; non potrà procedersi alla stesa e perciò dovrà attendersi la naturale deumidificazione se il contenuto d'acqua è elevato; si eseguirà, invece, il costipamento previo innaffiamento se il terreno è secco, in modo da ottenere, in ogni caso, una umidità prossima a quella ottima predeterminata in laboratorio (prova A.A.S.H.T.O. Mod.), la quale dovrà risultare sempre inferiore al limite di ritiro.

Prima dell'esecuzione dell'opera dovrà essere predisposto un tratto sperimentale così da accertare, con il materiale che si intende utilizzare e con le macchine disponibili in cantiere, i risultati che si raggiungono in relazione all'umidità, allo spessore ed al numero dei passaggi dei costipatori.

Durante la costruzione ci si dovrà attenere alle esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, e ciascuno strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita.

Le scarpate saranno perfettamente profilate e, ove richiesto, saranno rivestite con uno spessore (circa 20 cm) di terra vegetale per favorire l'inerbimento.

Il volume compreso fra il piano di campagna ed il piano di posa del rilevato (definito come il piano posto 30 cm al disotto del precedente) sarà eseguito con lo stesso materiale con cui si completerà il rilevato stesso.

I piani di posa in corrispondenza delle strade ottenuti per sbancamento ed atti a ricevere la soprastruttura, allorché il terreno di imposta non raggiunge nella costipazione il valore di  $M_d$  pari a  $30 \text{ N/mm}^2$ , o i piani di posa dei plinti di fondazione il cui terreno costituente è ritenuto non idoneo a seguito di una prova di carico su piastra, devono essere oggetti di trattamento di "bonifica", mediante sostituzione di uno strato di terreno con equivalente in misto granulare arido proveniente da cava di prestito.

Detto materiale deve avere granulometria "B" (pezzatura max 30 mm) come risulta dalla norma CNR-UNI 10006 e deve essere steso a strati e compattato con criteri e modalità già definiti al precedente punto "Rilevati aridi e soprastrutture per strade".

### ***Pavimentazione con materiale arido***

Il pacchetto stradale avrà uno spessore complessivo di cm 60 e dovrà essere realizzata con materiale classificato come A1.

I primi 30 cm. a contatto con il terreno naturale, saranno realizzati con materiali provenienti dagli scavi, previa classificazione tipo A1 secondo la classificazione UNI 10006 mentre i rimanenti 30 cm saranno realizzati con misto granulometrico, proveniente da cava, tipo A1 avente dimensioni massima degli inerti pari a 30 mm, rullato fino all'ottenimento di un  $M_d > 100 \text{ N/mm}^2$ .

### ***Opere idrauliche***

La durabilità delle strade di un parco fotovoltaico è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

La viabilità esistente sarà interessata da un'analisi dello stato di consistenza delle opere idrauliche già presenti: laddove necessario, tali opere idrauliche verranno ripristinate e/o riprogettate per garantire la corretta raccolta ed allontanamento delle acque defluenti dalla sede stradale o dalle superfici circostanti.

Le acque defluenti dalla sede stradale, dalle superfici circostanti verranno raccolte ed allontanate dalle opere idrauliche in progetto, costituite dai seguenti elementi:

- Fossi di guardia in terra "Tipo A" (per  $Q \leq 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ), eventualmente con fondo rivestito in pietrame ( $i \geq 7,00\%$ ) e con briglie filtranti in legname ( $i \geq 12,00\%$ );
- Fossi di guardia in terra "Tipo B" (per  $Q \geq 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ), eventualmente con fondo rivestito in pietrame ( $i \geq 7,00\%$ ) e con briglie filtranti in legname ( $i \geq 12,00\%$ );
- Opere di dissipazione in pietrame;
- Pozzetti in cls prefabbricato;
- Arginello in terra;
- Attraversamenti in HDPE CRG SN8;
- Canalette in legname per tagli trasversali alla viabilità ( $i \geq 15\%$ ).

La tipologia di strade da realizzarsi permette di affermare che non vi è alcuna modifica apprezzabile dell'equilibrio della circolazione idrica superficiale preesistente. Le opere idrauliche tendono da una parte a garantire l'equilibrio idrico e dall'altra a mantenere agibili le suddette strade.

I fossi di guardia, a sezione trapezoidale, hanno un duplice ruolo di protezione della scarpata lungo la sede stradale e di allontanamento delle acque dalla sede stradale agli impluvi naturali.

Nel primo caso, i fossi di guardia sono posti alla base della scarpata nel caso di sezione stradale in rilevato, mentre sono in testa alla scarpata nel caso di sezione in trincea.