



REGIONE
PUGLIA

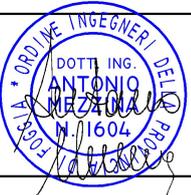


PROVINCIA
DI TARANTO



COMUNE
DI TARANTO



Proponente	 B72 srl Sede: Viale A. Volta, 101 50131 Firenze Cf/P.Iva 07230410487				
Progettazione, Coordinamento e progettazione elettrica	 STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA MEZZINA dott. ing. Antonio Via T. Solis 128 71016 San Severo (FG) Tel. 0882.228072 Fax 0882.243651 e-mail: info@studiomezzina.net Ordine degli ingegneri della Provincia di Foggia matr. n 1604		 ER Empresa Registrada ER-0151/2008		
Studio e progetto ecologico vegetazionale	 Dott. Biol. Leonardo Beccarisi Via D'Engchien, 43 - 73013 Galatina (LE) cell. 3209709895 E-Mail: beccarisil@gmail.com Ordine nazionale dei Biologi Albo-Sezione matr. n. AA_067313	Studio di impatto ambientale		Dott.ssa Anastasia Agnoli Via Armando Diaz, 37 73100 Lecce (LE) cell. 3515100328 E-Mail: anastasia.agnoli989@gmail.com	
Studio meteorologico	Dott. Biol. Elisa Gatto Via S. Santo, 22 73044 Galatone (LE) cell. 3283433525 E-Mail: dottelisagatto@gmail.com Ordine nazionale dei Biologi matr.n. AA_090001	Studio paesaggistico e di inserimento urbanistico		Dott. Agr. Barnaba Marinosci via Pilella 19, 73040 Alliste (LE) Cell. 329 3620201 E-Mail: barnabamarinosci@gmail.com Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali provincia di Lecce matr. n 674	
Studio faunistico	 Dott. Antonio Feola Via Civitella n°25 84060 Moio della Civitella (SA) cell. 338 2593262 E-Mail: feolantx@gmail.com Ordine Nazionale dei Biologi matr. n. AA_047004	Rappresentazioni fotografiche		Arch. Gaetano Fornarelli Via Fulcignano Casale 17 73100 Lecce (LE) cell. 3358758545 E-Mail: forgaet@gmail.com Ordine degli Architetti della provincia di Lecce matr. n 1739	
Studio archeologico	Dott. Archeologo Antonio Mangia cell. 338 3362537 E-Mail: amangia@yahoo.it Elenco Nazionale dei Professionisti dei Beni Culturali del Ministero della Cultura n.1516	Consulenza strutturale		Ing. Tommaso Monaco Tel. 0885.429850 Fax 0885.090485 E-Mail: ing.tommaso@studiotecnicomonaco.it Ordine degli Ingegneri della provincia di Foggia matr. n. 2906	
Studio acustico	 Ing. Antonio Falcone Tel. 0884.534378 Fax. 0884.534378 E-Mail: antonio.falcone@studiofalcone.eu Ordine degli Ingegneri di Foggia matr. n.2100	Consulenza topografica		Geom. Matteo Occhiochiuso Tel. 328 5615292 E-Mail: matteo.occhiochiuso@virgilio.it Collegio dei Circondariale Geometri e Geometri Laureati di Lucera matr. n. 1101	
Studio idraulico geologico e geotecnico	Dott. Nazario Di Lella Tel./Fax 0882.991704 cell. 328 3250902 E-Mail: geol.dilella@gmail.com Ordine regionale dei Geologi della Puglia matr. n. 345				
Opera	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto Fotovoltaico denominato " BUFFOLUTO 2" da realizzarsi su aree demaniali in località "Buffoluto" nel territorio comunale di Taranto (TA) per una potenza complessiva di 47,439 MWp con sistema di accumulo da 25/50 MW/MWh nonchè delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto				
Oggetto	AUTORITA' PROCEDENTE V.I.A. :  MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA		AUTORITA' PROCEDENTE A.U. :  REGIONE PUGLIA		
	Nome Elaborato: JS3QHV4_Disciplinare.pdf				
	Descrizione Elaborato: Disciplinare degli elementi tecnici di progetto				
00	Dicembre 2022	Progetto definitivo	Geom. P. Massaro	Ing. A. Mezzina	B72 srl
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala: / Formato: A4	Codice Pratica JS3QHV4				



PROPONENTE:

B72 S.r.l.

Sede Legale: Viale A. Volta, 101 - 50131 FIRENZE

C.F. e P.IVA 07230410487



**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO“
BUFFOLUTO 2” DA REALIZZARSI SU AREE DEMANIALI MILITARI IN LOCALITÀ "BUFFOLUTO" NEL
TERRITORIO COMUNALE DI TARANTO (TA) PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 47,439 MWp CON
SISTEMA DI ACCUMULO DA 25/50 MW/MWH NONCHÈ DELLE OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE
INDISPENSABILI ALLA COSTRUZIONE E ALL'ESERCIZIO DELL'IMPIANTO**

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DEL SITO.....	4
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	4
3.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	5
3.1.1 <i>Il layout dell'impianto</i>	5
3.1.2 <i>I pannelli fotovoltaici</i>	6
3.1.3 <i>Le strutture di supporto</i>	6
3.1.4 <i>Cabine di impianto dei singoli campi</i>	9
3.1.5 <i>Cabina di raccolta</i>	11
3.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	15
4. SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE.....	16
4.1 DESCRIZIONE CENTRALE FOTOVOLTAICA.....	17
4.2 MODULI FV.....	18
4.3 INVERTER.....	20
4.4 TRASFORMATORE BT/MT.....	21
4.5 APPARECCHIATURE E SISTEMI PRESENTI NELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	21
4.5.1 QUADRO DI MEDIA TENSIONE MT.....	21
4.5.2 QUADRO SERVIZI AUSILIARI DI BT.....	22
4.5.3 TRASFORMATORE BT/BT PER ALIMENTAZIONE AUSILIARI DI CABINA.....	23
4.5.4 SISTEMA DI DISSIPAZIONE DEL CALORE E CONTROLLO TEMPERATURA AMBIENTE DI CABINA.....	24
4.5.5 MISURE DI POTENZA, ENERGIA, PARAMETRI METERELOGICI E PERFORMANCE DELL'IMPIANTO.....	24
4.5.5.1 APPARECCHIATURE DI MISURA.....	24
4.5.5.2 MISURE DELL'IRRAGGIAMENTO SOLARE E DELLA TEMPERATURA DI LAVORO DEI MODULI.....	25
4.5.5.3 VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI IN FASE DI AVVIO DELL'IMPIANTO... ..	26
4.5.5.4 VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI IN ENERGIA.....	26
4.5.5.5 VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI IN POTENZA.....	27
4.5.5.6 NUOVI INDICATORI NORMALIZZATI DI PRESTAZIONI DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI.....	28
4.5.5.7 VERIFICA DELLE PRESTAZIONI IN CORRENTE CONTINUA DI UN GENERATORE FOTOVOLTAICO.....	28
4.5.6 SISTEMA SCADA ED RTU E TELECONTROLLO.....	28
4.5.7 CAVI DI CONTROLLO E TLC.....	30
4.5.8 SISTEMA DI SICUREZZA E ANTINTRUSIONE.....	30
4.6 CAVI DI POTENZA MT E BT.....	31
4.7 RETE DI TERRA E SOVRATENSIONI IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	34
4.8 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE.....	36
5. SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE DI SOTTOSTAZIONE.....	36
5.1. CAVI MT INTERNI ALLA SSE 30/150 kV.....	37
5.2. SISTEMI DI PROTEZIONE, CONTROLLO E MISURE.....	38

5.3. TERMINALE CAVO AT – LATO SISTEMA DI SBARRE CONDIVISO DI UTENZA.....	38
5.4. SCARICATORE AT 170 kV CON CONTASCARICHE PEXLIM.....	39
5.5. SEZIONATORE TRIPOLARE ORIZZONTALE 145-170 kV.....	40
5.6. TRASFORMATORE DI TENSIONE INDUTTIVO IN OLIO EMF 170 kV.....	41
5.7. INTERRUTTORE TRIPOLARE CON TRASFORMATORI DI CORRENTE INCORPORATI.....	41
5.8. SUPPORTO PER ROMPITRATTA UNIPOLARE.....	42
5.9. TRASFORMATORE DI POTENZA.....	44
6. SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI.....	46
6.1 ALLESTIMENTO CANTIERE.....	46
6.2 MOVIMENTI TERRA.....	48
6.3 FONDAZIONI CABINE.....	49
6.4 CALCESTRUZZO.....	49
6.5 RECINZIONE.....	50
6.6 VIABILITÀ INTERNA DI SERVIZIO.....	51
7. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	51

1. PREMESSA

La presente relazione riguarda il progetto di un impianto FV che la soc. **B72 S.r.l.** P.IVA 07230410487 intende realizzare nel comune di **Taranto (TA)**, su terreni del Demanio Militare presso la **“Direzione di Munizionamento della Marina Militare”**, in località **“Buffoluto”**.

2. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DEL SITO

L'area su cui verrà realizzato il progetto è sita nella regione **Puglia**, in Provincia di **Taranto**, nel territorio comunale di **Taranto**.

Le coordinate geografiche baricentriche del sito occupato dal generatore fotovoltaico sono:

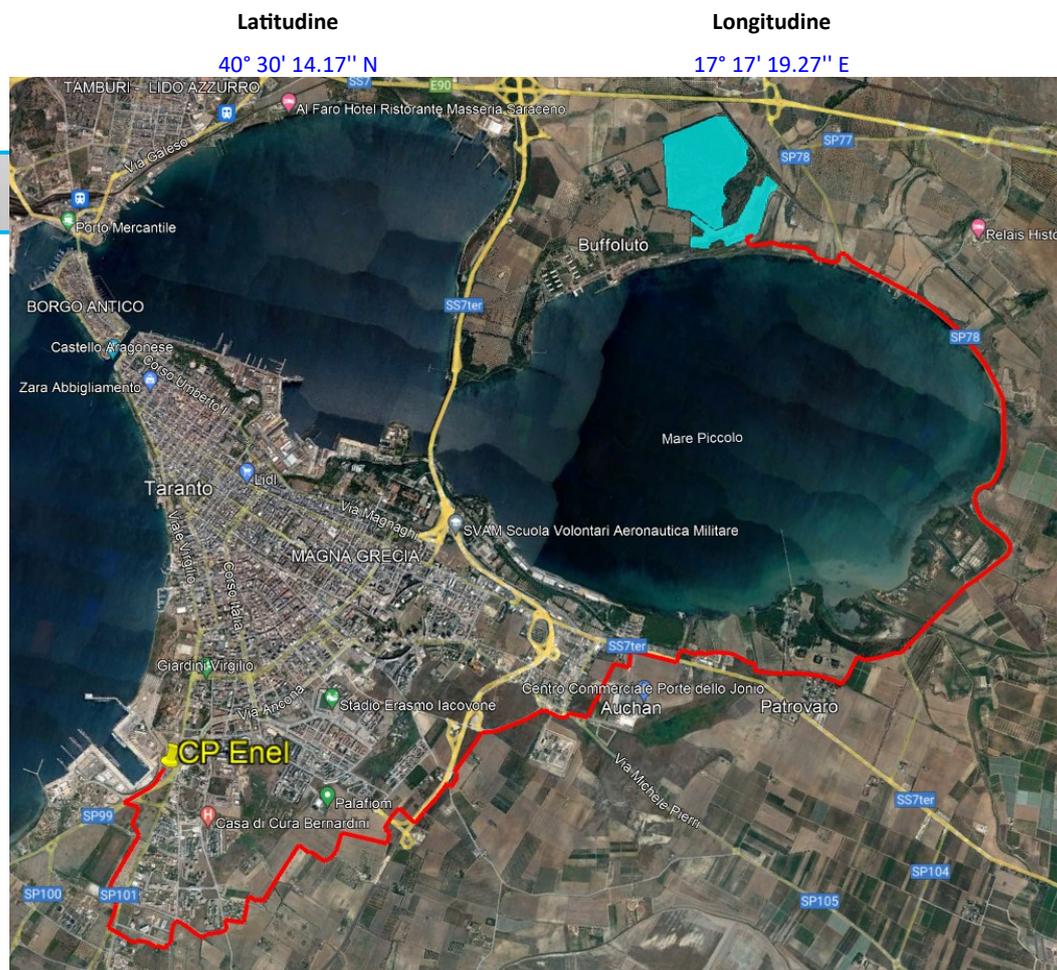


Fig. 1. Planimetria su ortofoto del progettato impianto Fotovoltaico: in colore ciano viene indicata l'area del generatore fotovoltaico, in rosso il caviodotto dorsale MT di collegamento tra il generatore e la Sottostazione Produttore, ubicata in prossimità della Cabina Primaria Enel

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il progetto prevede lavori di costruzione ed esercizio di un impianto fotovoltaico finalizzato alla produzione di energia elettrica avente potenza di picco pari a **47,439 MWp**.

L'impianto fotovoltaico, costituito dall'insieme dei tre sottocampi sarà caratterizzato da:

- 1) **93.938** moduli fotovoltaici della potenza di **505Wp** cadauno;
- 2) **3.613** stringhe da **26** moduli cadauna;
- 3) **11** Cabine di conversione DC/AC e trasformazione bT/MT 0,8/30kV;
- 4) **1** Cabina di Raccolta;
- 5) **2** Cabine Locali tecnici bT;
- 6) **3** Sottocampi di potenza rispettivamente **18,382 MWp, 17,778 MWp, 11,279 MWp** per una potenza di picco complessiva del generatore fotovoltaico pari a **47,439 MWp**
- 7) **1 Elettrodotto dorsale interrato MT 30 kV** per la connessione alla SSE, di lunghezza pari a circa **17,8km**.
- 8) **1 Sottostazione Elettrica** di Trasformazione MT/AT
- 9) **1 Elettrodotto dorsale MT** per la connessione con la stazione di Storage
- 10) **1 Sistema di accumulo da 25/50 MW/MWh (storage)**
- 11) **1 Elettrodotto dorsale interrato AT 150 kV** per la connessione alla SE
- 12) **1 Nuovo stallo AT** in area della Cabina Primaria Enel, per la connessione alla RTN.

3.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

3.1.1 Il layout dell'impianto

L'impianto Fotovoltaico sarà composto complessivamente da n. **47.242** moduli aventi potenza di picco 505 Wp, e dimensione di ingombro 2187 x 1102 mm, installati su inseguitori monoassiali di rotazione **ad asse orizzontale** (la rotazione avviene attorno ad un asse parallelo al suolo, orientato NORD-SUD, con inseguimento EST-OVEST) e sarà strutturato in 11 subcampi elettricamente indipendenti, raggruppati in tre sottocampi.

Il layout delle installazioni degli impianti è riportato sugli elaborati grafici dai quali si possono ricevere informazioni maggiormente approfondite relative all'impianto, di seguito le superfici e le relative tipologie di occupazioni del suolo:

	Opera	Dimensioni /mt		Sup. unità mq	Q.tà n.	Sup. tot mq	Altezza ml	Volume mc
		Larg.	Lungh.					
Impianto Fotovoltaico	Pannelli fotovoltaici	1,102	2,187	2,41	93.938	226.390,58		
	Cabine di campo	3,00	15,00	45,00	11	495	4,50	2.227,5
	Cabina di raccolta	3,00	15,00	45,00	1	45	4,50	202.5
	Locali tecnici	3,00	15,00	45,00	2	90	4,50	405
	Locali Tecnici SSE	2,44	14,00	34,16	1	34,16	3,50	120,00
	Locale quadri storage nella SSE	2,44	6,06	14,80	1	14,80	3,50	51,80
	Locale scada nella SSE	2,44	4,00	9,80	1	9,80	3,50	34,30

Opera	Dimensioni /mt		Sup. unità ma	Q.tà n.	Sup. tot mq	Altezza ml	Volume mc
	Larg.	Lungh.					
Viabilità di accesso alla SSE utente e allo Storage					1.700		
Cavi MT esterno (Trincea)		16.460					
Cavi MT esterno (T.O.C.)		1.340					
Viabilità servizio interna FTV					41.100		
Recinzione		5.884					

Considerando la potenza pari a **47,439Mwp** e la superficie radiante proposta di **22ha 63a 91ca**, si avrà un indice di copertura di suolo (che potrà essere utilizzato a prato-pascolo) pari a **0,48 Ettari/MWp** in linea con quanto ricavato per analogia rispetto ad altri campi fotovoltaici con la stessa tecnologia.

3.1.2 I pannelli fotovoltaici

Come precedentemente descritto il progetto elettrico del generatore fotovoltaico prevede un totale di N° **93.938** moduli suddivisi in 11 sottocampi elettricamente indipendenti.

Per questa fase di progettazione definitiva del generatore fotovoltaico ci si è basati sull'impiego di un pannello fotovoltaico in silicio monocristallino scelto fra le macchine tecnologicamente più avanzate presenti sul mercato, dotato di una potenza nominale pari a **505Wp**, costruito da **TRINASOLAR**, appartenente alla Serie **VERTEX**, modello **BIFACIAL DUAL GLASS** o similari e nel caso anche con caratteristiche diverse in sede esecutiva da quelli utilizzati ovvero dalle seguenti caratteristiche qui di seguito riepilogate:

PROPRIETA' ELETTRICHE (STC)		
Modulo		TSM-XXXDEG18MC.20(II)
Potenza massima (Pmax)	[W]	505
Tensione MPP (Vmpp)	[V]	43,7
Corrente MPP (Impp)	[A]	12,37
Tensione a vuoto (Voc)	[V]	51,7
Corrente corto circuito (Isc)	[A]	13,02
Rendimento dei moduli	[%]	20,9
Temperatura di esercizio	[°C]	-40 ~ +85
Massima tensione di sistema	[V]	1500 (IEC)
Massima corrente inversa	[A]	25
Tolleranza della potenza	[%]	±3
Fattore di bifaccialità	[%]	70±5

In fase realizzativa il pannello potrà essere sostituito da altri analoghi modelli, anche di potenza unitaria superiore, di dimensioni differenti e/o differente tecnologia di conversione, mono o bifacciali, anche di altri costruttori (ad es. Sunpower, Longi Solar, Canadian Solar, TRINASolar ed altri) in relazione allo stato

dell'arte della tecnologia al momento della realizzazione del Parco, lasciando invariata o minimizzando l'impronta al suolo a parità di potenza complessivamente installata.

3.1.3 Le strutture di supporto

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture ad inseguimento solare di tipo "monoassiale" di rollio ad **asse orizzontale** (la rotazione avviene attorno ad un asse parallelo al suolo, orientato NORD-SUD, con inseguimento EST-OVEST).

La scelta progettuale è caduta sull'inseguitore monoassiale **SF7** prodotto dalla **Soltec** che, rispetto ad analoghi sistemi concorrenti, che consente l'installazione dei moduli fotovoltaici posizionati con il lato maggiore perpendicolare all'asse, consentendo l'installazione in doppia fila ed un guadagno di densità di potenza installata a parità di suolo impegnato.



Fig. 2. Layout dell'inseguitore SOLTEC, con pannelli montati perpendicolarmente all'asse di rotazione.

Questo inseguitore è in grado di movimentare i pannelli solari tramite un sistema GPS in grado di determinare la posizione ottimale dei pannelli non solo rispetto al Sole ma anche tenendo conto degli ombreggiamenti reciproci tra le file di inseguitori, a cui pone rimedio con il meccanismo del "backtracking", retrocedendo l'inclinazione dei moduli oltre determinati angoli solari in modo da evitare gli ombreggiamenti reciproci e parziali.

Le file di inseguitori (TRACKER) saranno collocate ad una interdistanza mutua asse-asse pari a **10,00m**. L'interdistanza scelta costituisce l'optimum tra le esigenze di massimizzare la producibilità specifica

(all'aumentare della distanza si riducono gli ombreggiamenti reciproci) e l'esigenza di massimizzare la potenza di picco installata.

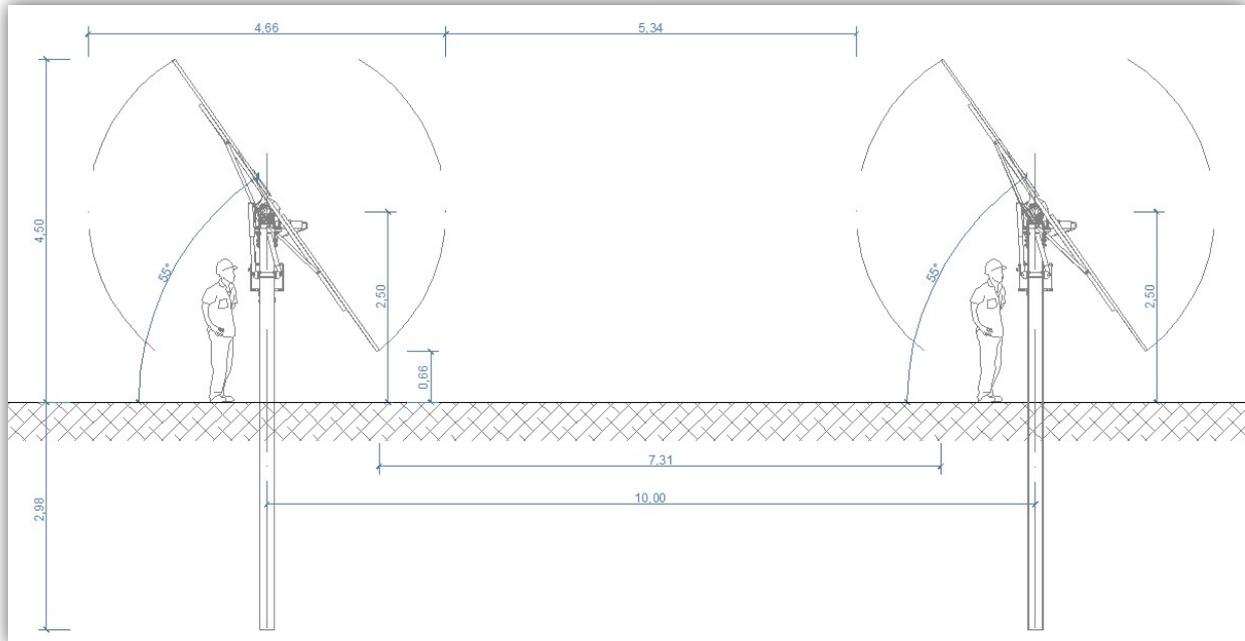


Fig. 3. Vista in sezione laterale del tracker-tipo, con altezze minime e massime raggiunte dai moduli nelle posizioni di estrema rotazione

In fase realizzativa l'inseguitore potrà essere sostituito da altri analoghi modelli, anche di altri costruttori concorrenti (ad es. TRJ, Zimmermann, ed altri) in relazione allo stato dell'arte della tecnologia al momento della realizzazione del Parco.

Le strutture saranno fissate al terreno mediante pali a battimento, o mediante fondazioni a vite, posizionati ad una distanza compresa tra circa 4m e circa 6m, secondo il tipo di inseguitore. Tale tipologia di fissaggio è compatibile con la natura del terreno, essendo quest'ultimo di tipo vegetale-naturale. Per il dimensionamento delle strutture si rimanda alla preposta relazione di Calcoli Preliminari Strutture.

La dimensione del palo, nonché la sua profondità esatta di interrimento, saranno calcolati in fase di progettazione esecutiva considerando le caratteristiche geologiche e geotecniche del terreno, nonché i carichi a cui le schiere di moduli fotovoltaici saranno sottoposti (principalmente: peso proprio e spinta del vento sui moduli).

Tali pali avranno in testa il meccanismo per il fissaggio della struttura rotante di sostegno dei moduli FTV.

L'intera struttura sarà realizzata in acciaio zincato o corten; alcuni componenti secondari potranno essere in alluminio o polimerici.



Fig. 4. Esempio di fissaggio delle strutture di supporto

CONFIGURAZIONE D'IMPIANTO		
Interdistanza (I)	[m]	10
Lunghezza blocco ad inseguimento (L)	[m]	14,8 (strutture da 26 moduli) - 29,10 (strutture da 52 moduli) - 43,5 (strutture da 78 moduli)
Altezza dal terreno (Dmin)	[m]	0,66
Altezza al top dal terreno (Dmax)	[m]	4,50

3.1.4 Cabine di impianto dei singoli campi

Le cabine elettriche di conversione CC/AC e trasformazione BT/MT hanno la funzione di accogliere i componenti necessari a convertire l'energia elettrica in corrente continua prodotta dall'impianto fotovoltaico in energia elettrica alternata, la quale poi sarà trasformata in media tensione dal trasformatore elettrico presente in ogni cabina. Tali cabine saranno composte dai seguenti locali e/o vani:

- un locale "conversione", dove sarà installata la macchina inverter per la conversione dell'energia elettrica da continua DC ad alternata AC e un quadro di bassa tensione (QAUX) derivabile direttamente dalla macchina inverter;
- un locale trasformatore, dove sarà installato un trasformatore in resina BT/MT, in esecuzione speciale essendo dotato di due gruppi di morsetti BT collegati in parallelo direttamente all'interno della macchina. In tal modo ad ogni gruppo di morsetti BT sarà collegato un inverter, evitando di conseguenza la necessità di installare quadri di distribuzione intermedi tra convertitori e trasformatore e un quadro di bassa tensione (AUX) derivabile dal secondario del trasformatore tramite un altro trasformatore;
- un locale quadri MT, dove saranno installati i moduli Interruttore di Manovra Sezionatore sottocarico (I.M.S) per la configurazione ad anello delle cabine elettriche, ed un modulo Interruttore SF6 con sezionatore e partenza cavo posto a protezione e sezionamento del trasformatore stesso.

Il locale di conversione ha lo scopo di convertire la tensione continua prodotta direttamente dai moduli fotovoltaici in tensione alternata di valore e frequenza compatibili con la tensione e frequenza della rete di distribuzione del Distributore Locale alla quale l'impianto FTV dovrà essere allacciato rigidamente e continuamente in parallelo.

Per l'impianto fotovoltaico è stata prevista l'installazione in totale di n. 14 Cabine, delle quali:

- 11 saranno cabine elettriche di conversione CC/AC e trasformazione BT/MT;
- 1 sarà cabina di raccolta;
- 2 saranno cabine locali tecnici.

Tutte le cabine avranno le seguenti dimensioni 15,00 m x 3,00 m e altezza di 4,50 m (altezza riferita dal piano di campagna).

Le cabine saranno di dimensioni idonee ad accogliere i componenti necessari alla conversione, trasformazione e sezionamento dell'energia prodotta dall'impianto, oltre ad i necessari locali tecnici adibiti a sale di controllo dell'impianto e apparecchiature elettriche ed elettroniche di gestione.

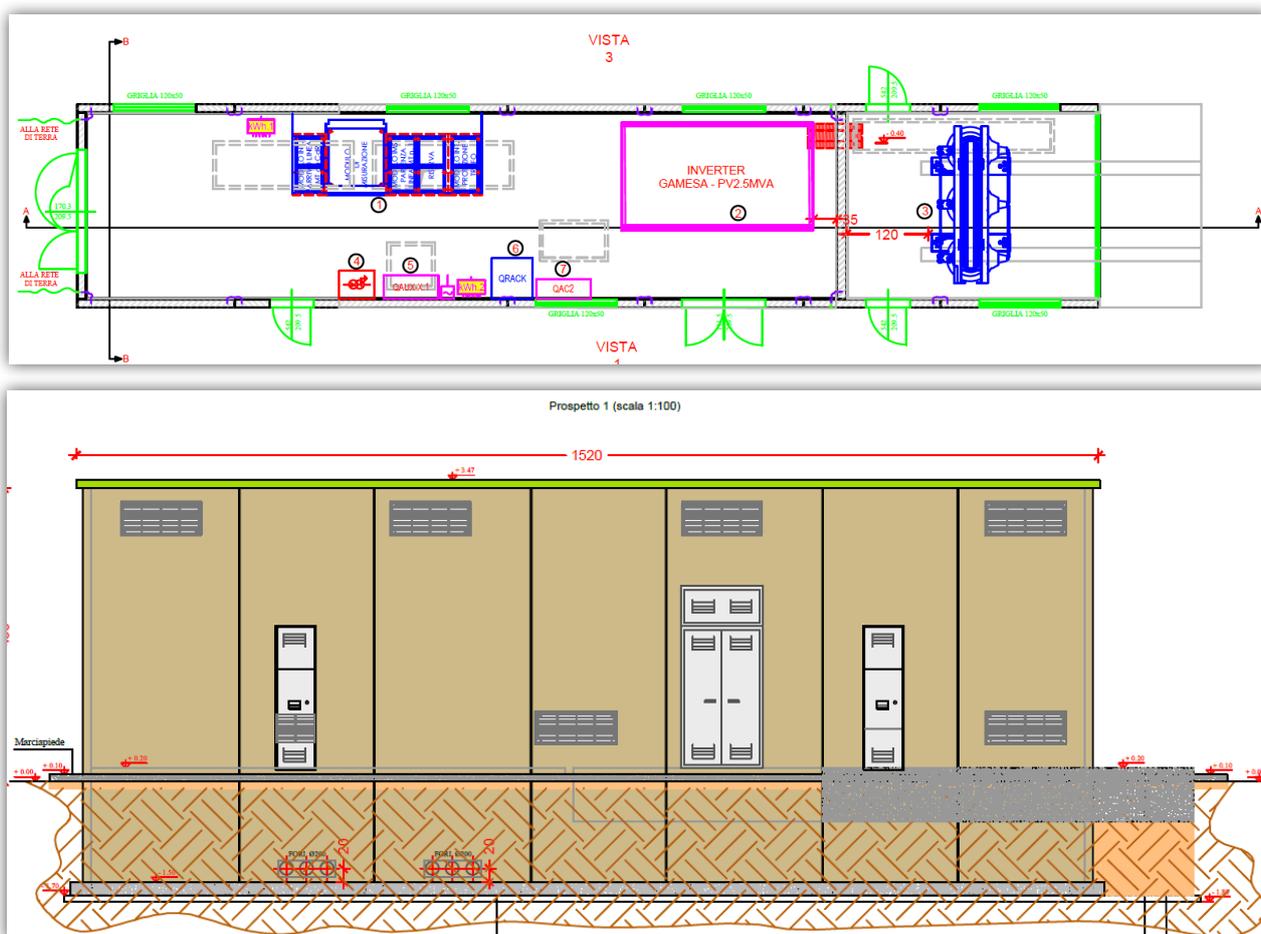


Fig. 5. Pianta e prospetto della cabina MASTER e SLAVE (dimensioni principali 15,00 x 3,00 x 4,50h)

3.1.5 Cabina di raccolta

I 3 sottocampi si conetteranno alla “**CABINA DI RACCOLTA**” (CdR), deputata a cabina di sezionamento, misura e raccolta dell’energia prodotta.

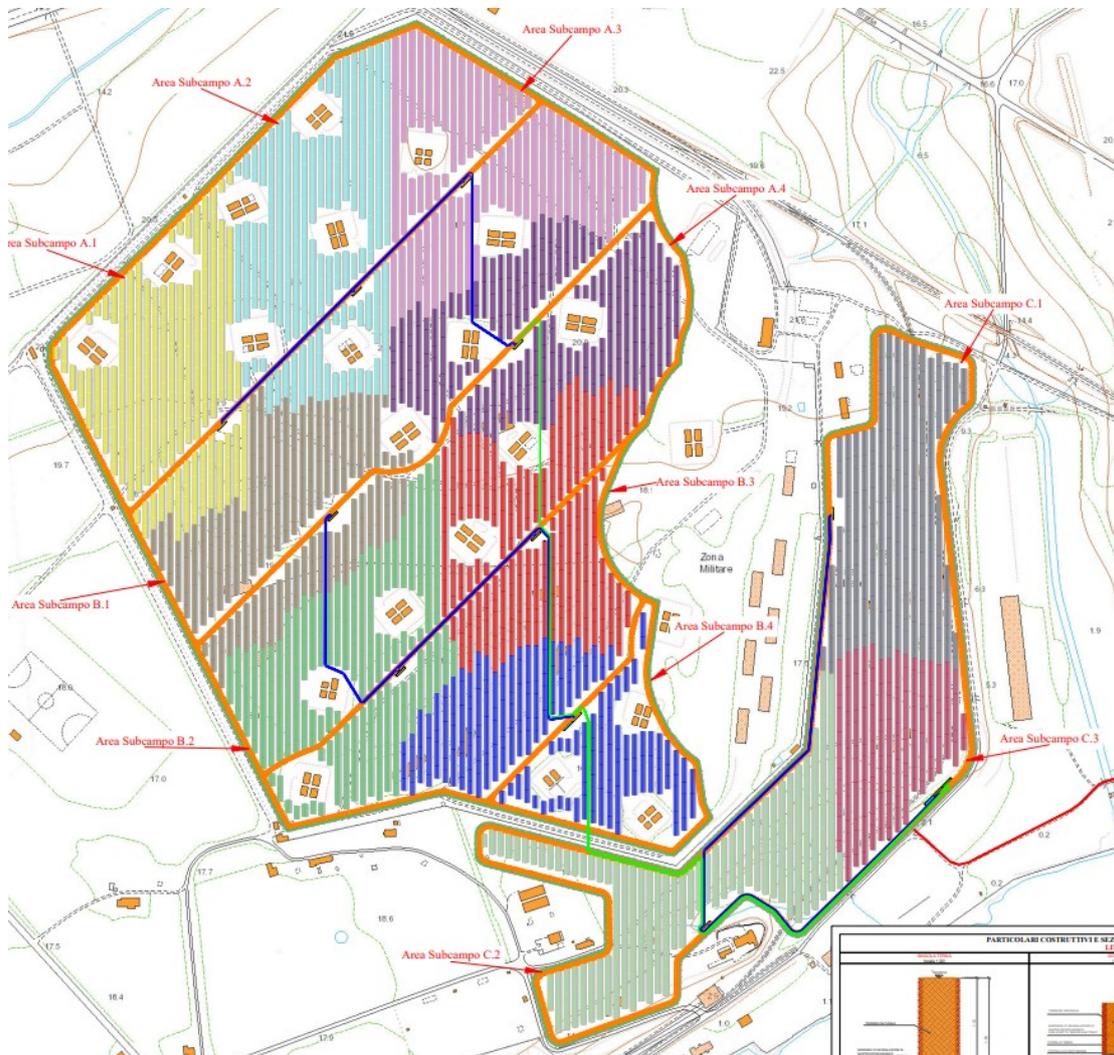


Fig. 6. *Posizione della Cabina di raccolta contrassegnata con cerchio rosso; inoltre, vengono rappresentati tutti i subcampi con colori diversi*

All’interno della cabina di raccolta avverrà il collegamento in parallelo dei rispettivi sottocampi mediante altrettanti scomparti di “partenza linea”, sui cui si attesteranno i cavi provenienti dalle Cabine Master di ciascuno dei Sottocampi.

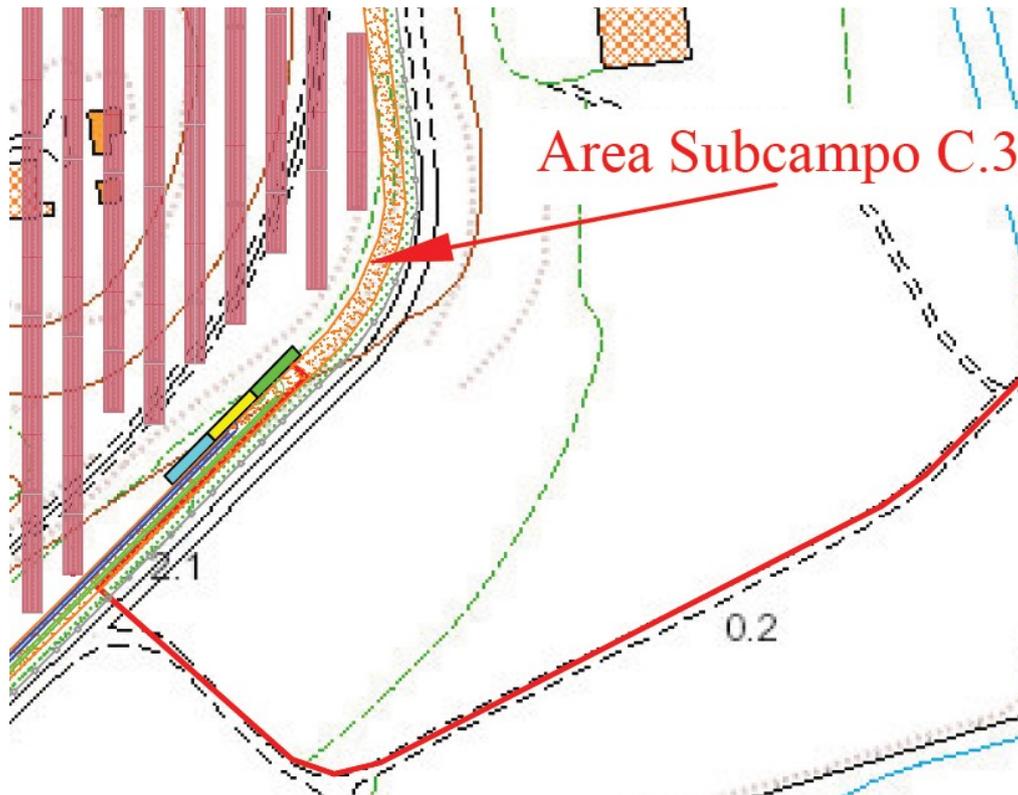


Fig. 7. Dettaglio della CdR: in verde le linee provenienti dai sottocampi; in rosso la linea dorsale verso la SSE.

Nella CdR si avranno, oltre a quelli di ingresso, gli scomparti da cui si dipartiranno le terne costituenti l'elettrodotto dorsale, che convoglierà l'energia prodotta fino ai locali tecnici presenti nella futura Sottostazione Produttore;

La cabina di raccolta sarà costituita da un unico locale, destinato ad ospitare la batteria di scomparti necessari alla protezione e sezionamento delle linee di collegamento ai subcampi, e di collegamento tra Cabine di raccolta e Sottostazione Produttore: tale vano verrà denominato Locale Quadri MT:

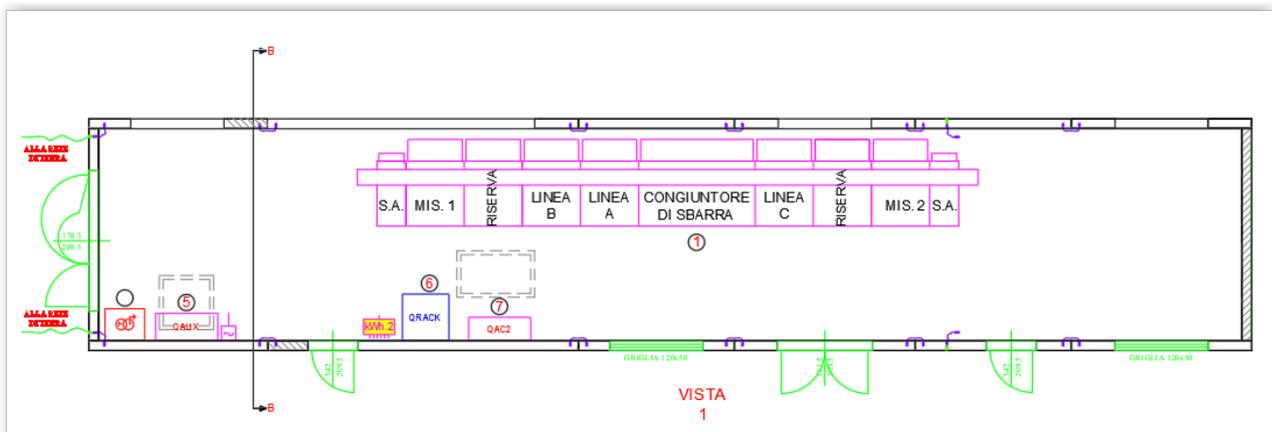


Fig. 8. Tipico PIANTA della Cabina di Raccolta: locale destinato a soli Quadri MT (dimensioni principali 15,00 x 3,00 x 4,50h).

Nell'impianto saranno installati anche nove ulteriori fabbricati, denominati "Locale Servizi" delle medesime dimensioni, destinati ad accogliere i soli locali e room controllo: un locale quadri BT, un vano ufficio uso SCADA, i servizi igienici.

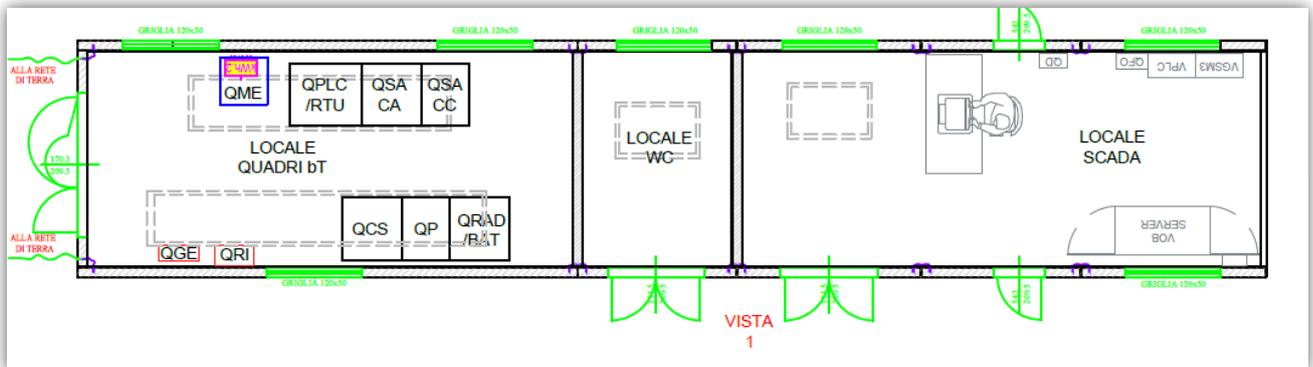


Fig. 9. Tipico PIANTA locali bT (dimensioni principali 15,00 x 3,00 x 4,50h)

Dal punto di vista costruttivo i due manufatti saranno realizzati con la medesima tecnica delle cabine di campo Master/Slave, con vani e pozzetti interrati per il passaggio dei cavi MT. Le coperture dei pozzetti, sia facenti parte delle fondazioni che ad esse esterni, potranno essere in ghisa o calcestruzzo.

Il pavimento sarà predisposto con aperture e passerelle apribili per permettere il passaggio dei cavi MT e bT, nonché l'ispezione e l'agevole installazione degli stessi.

Tutti i pannelli e tutte le porte saranno ignifughe e autoestinguenti. Le lastre di parete sono unite tra loro in modo tale da creare e garantire la monoliticità della struttura, impedendo possibili infiltrazioni d'acqua. Le porte e le griglie saranno in lamiera, ignifughe ed autoestinguenti.

Il fabbricato "Locali Tecnici bT" ospita, nell'apposita sala Quadri bT, le batterie ed quadri bT in c.a. e c.c. per le alimentazione dei servizi ausiliari ed il controllo delle protezioni.

I cunicoli per cassetteria sono realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera oppure prefabbricati; le coperture saranno metalliche o in PRFV, comunque carrabili per un carico ammissibile di 2000 kg.

Le tubazioni per cavi MT o BT saranno in PVC serie pesante, o equivalenti, e poste in opera con un idoneo rifianco di calcestruzzo. Eventuali percorsi per collegamenti in fibra ottica saranno realizzati secondo le "Prescrizioni tecniche per la posa di canalizzazioni e dei cavi in fibra ottica".

Lungo le tubazioni ed in corrispondenza delle deviazioni di percorso, saranno inseriti pozzetti ispezionabili di opportune dimensioni; i pozzetti, realizzati in calcestruzzo armato prefabbricato o gettato in opera, saranno dotati di idonea copertura metallica o in PRFV.

Negli edifici "Locale Servizi" sono individuati i seguenti apparati:

- a. Quadro Contatori (QME);
- b. Scomparto locale quadri bT;
- c. Locale Gruppo Elettrogeno;
- d. Locale TRSA;

e. Locale ufficio SCADA.

Nell'edificio "Cabina di raccolta" sono individuati i seguenti scomparti:

- a. Scomparto Servizi Ausiliari.
- b. Scomparto misure 1;
- c. Scomparto Arrivo Dorsale-B;
- d. Scomparto Arrivo Dorsale-A;
- e. Scomparto Linea Sottocampo B;
- f. Scomparto Linea Sottocampo A;
- g. Congiuntore di sbarra;
- h. Scomparto Linea Sottocampo C;
- i. Scomparto Arrivo Dorsale-C;
- j. Scomparto misure 2;
- k. Scomparto Servizi Ausiliari.

3.1.8 Opere edili

Viabilità carrabile

Per la manutenzione e controllo generale dell'impianto, verrà realizzata una strada di servizio in materiale stabilizzato della larghezza di 5,00 mt circa secondo la sezione tipica della figura successiva, ed avrà, per quanto riguarda i 3 sottocampi, una lunghezza complessiva di circa 5,92m, occupando una superficie complessiva rispettivamente di 29.600 mq.

Per la strada di accesso alla Stazione di Utenza si avrà una superficie complessiva di circa 2.500 mq.

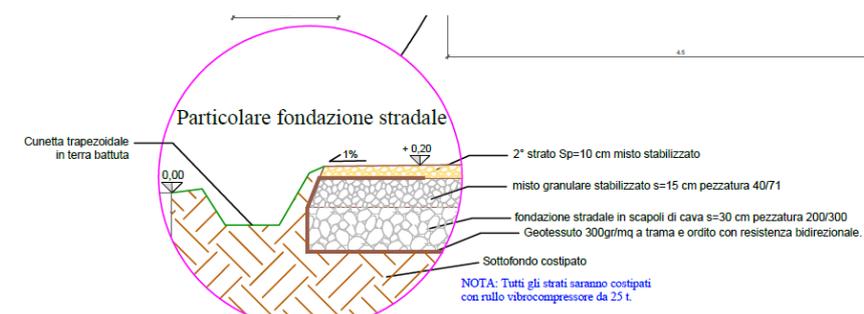


Fig. 10. Sezione tipo viabilità interna al parco

Viabilità in terra stabilizzata

Per la gestione dell'impianto in alternativa alla strada sterrata si potrebbe utilizzare una viabilità interna realizzata con materiale proveniente dagli scavi di fondazione delle cabine di campo miscelato con terreno naturale calce/cemento al fine di costituire una piattaforma solida naturale in "terra stabilizzata" che nel tempo si andrà a consolidare con il naturale inerbimento.

Recinzione

Oltre alla viabilità è prevista la realizzazione della recinzione che corre lungo tutto il perimetro dell'area di progetto, e verrà realizzata con rete romboidale alta 2,20 mt sormontante su un palo in ferro zincato infisso nel terreno senza opere in c.a.. Lungo il perimetro a ridosso della recinzione verrà realizzata una siepe sempreverde di altezza variabile in relazione all'effettiva altezza delle cabine di campo al fine di mitigare l'impatto visivo delle componenti più alte dell'impianto verso l'esterno.

Infine tra le opere edili si annovera l'impianto di illuminazione a LED-INFRAROSSO notturna del parco per la sicurezza contro i furti e la manutenzione dell'impianto stesso.



Fig. 11. Tipo di Siepe sempreverde (impianto ftv in esercizio)

3.2 Descrizione delle opere

A servizio dell'impianto fotovoltaico si prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- Impianto di produzione di energia elettrica solare fotovoltaica;
- Trasformazione dell'energia elettrica BT/MT;
- Impianto di connessione alla rete elettrica MT;
- Realizzazione di cabine di contenimento delle apparecchiature di media tensione per la ricezione delle condutture in bassa e media tensione provenienti dal campo fotovoltaico;
- Distribuzione elettrica in bassa tensione interna al campo fotovoltaico;
- Impianto elettrico al servizio dei manufatti trasformazione;
- Impianto di alimentazione utenze in continuità assoluta tramite UPS.
- Impianti di servizio: illuminazione ordinaria locali tecnici ed illuminazione esterna;
- Impianti di servizio: impianto di allarme (antintrusione);
- Videosorveglianza;
- Impianto di terra.

Più specificatamente l'impianto comprenderà la realizzazione delle seguenti opere:



- Realizzazione della cabina di raccolta;
- Realizzazione dei locali tecnici di servizio;
- Realizzazione delle cabine di campo, una per ciascun subcampo;
- Posa in opera, all'interno del locale preposto di ogni cabina elettrica di campo, di inverter centralizzati;
- Posa in opera, all'interno del locale trasformatore di ogni cabina elettrica di campo, di trasformatori a secco in resina;
- Posa in opera dei quadri generali in MT;
- Posa in opera dei quadri elettrici in MT e BT;
- Posa in opera dei quadri elettrici di campo in corrente continua con tensione massima fino a 1.500V;
- Realizzazione di tutte le condutture principali di distribuzione elettrica in uscita dai Quadri Generali ed alimentanti i vari quadri/utenze;
- Realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione e distribuzione F.M. relativi ai cabinati comprensivi di corpi illuminanti, prese, condutture di alimentazione e relative opere murarie;
- Realizzazione dell'impianto di illuminazione di sicurezza costituito da corpi illuminanti autoalimentati a led e dalle relative condutture di alimentazione;
- Esecuzione delle opere di assistenza muraria e dei cunicoli relativi alle cabine elettriche previste;
- Posa della conduttura di alimentazione principale e per il dispersore di terra, comprensivi della fornitura e posa in opera di pozzetti in c.a. con chiusino carrabile (ove previsto);
- Realizzazione dell'impianto di terra ed equipotenziale costituito da un sistema misto con picchetti e corda di rame lungo il perimetro dell'edificio, dotato di collettori di terra, e le connessioni dai conduttori di terra ai conduttori di protezione ed equipotenziali e da tutti i collegamenti PE ed equipotenziali;
- Realizzazione dell'impianto di videosorveglianza comprensivo della centrale, delle videocamere disposte nel perimetro di impianto, dei pali di sostegno e delle condutture ad essi relativi;
- Realizzazione di un sistema di comunicazione tramite fibra ottica e/o rame per la trasmissione dei dati di controllo e gestione dell'impianto fotovoltaico nonché dei segnali di videosorveglianza ed allarme. Tale sistema interconetterà principalmente tutte le cabine di campo, la cabina di distribuzione e le telecamere.

4. SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE

L'impianto funzionerà in parallelo alla rete di trasmissione in alta tensione. Nel suo complesso è costituito da un insediamento di strutture di sostegno dei moduli e dalle infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua connessione alla rete.

L'ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica è realizzata mediante orientamento dinamico dei moduli FV mediante tracker monoassiali ad inseguimento solare.

L'impianto è di tipo grid-connected ed è collegato alla rete elettrica con una connessione "trifase in alta tensione".

4.1 Descrizione centrale fotovoltaica

Il generatore fotovoltaico (dal punto di vista elettrico) è costituito da:

- Gruppi di conversione CC/CA centralizzati (Inverter);
- 1 cabine elettriche principale di distribuzione, denominata CdR (Cabina di Raccolta);
- Cabine di campo, costituite a loro volta da:
 - quadro ausiliari BT di cabina;
 - Gruppi di conversione CC/CA centralizzati (Inverter);
 - trasformatore BT/MT;
 - quadro MT con almeno 3 celle di media tensione fino a 36 kV;
 - quadri di parallelo in corrente continua.
- impianti elettrici di distribuzione a 30 kV;
- trasformatori per i carichi elettrici ausiliari;
- dispositivi di sezionamento, celle e cavi;
- quadri elettrici in corrente alternata (quadri di potenza, comando, misure, protezioni, segnalazione, ausiliari e controllo, eccetera);
- quadro di distribuzione rami in Media Tensione 30 kV nella cabina MT;
- quadri di bassa tensione;
- sistema di supervisione e controllo;
- quadri di campo (String box);
- quadri elettrici in corrente continua;
- impianti luce e FM nelle Cabine (MT e PSx);
- impianto di illuminazione delle principali aree esterne, cabine ed accessi;
- impianto di illuminazione di emergenza interna alle cabine;
- linee elettriche di media e bassa tensione;
- sistemi di supervisione, telegestione e controllo e impianti in fibra ottica;
- impianto di ventilazione e/o condizionamento della cabina MT e delle cabine di campo PSx;

- Impianto di rivelazione incendio in tutti i locali;
- cavedii e canalizzazioni;
- impianto di terra;
- accessori (segnaletica antinfortunistica, estintori, ecc.);
- impianti SCADA e plant controller.

4.2 Moduli FV

4.2.1 Caratteristiche elettriche e Meccaniche dei moduli per impianti fotovoltaici fissi

I moduli fotovoltaici saranno scelti in modo da avere valori di efficienza tali da minimizzare i costi proporzionali all'area dell'impianto nonché in funzione dei requisiti funzionali, strutturali ed architettonici richiesti dall'installazione stessa e avranno caratteristiche elettriche, termiche e meccaniche:

- certificazione TUV su base IEC 61215;
- certificazione TUV su base IEC 61730;
- cavi precablati e connettori rapidi tipo MC4;
- certificazione IP67 della scatola di giunzione.

Ciascun modulo deve essere accompagnato da un foglio-dati e da una targhetta in materiale duraturo, posto sopra il modulo fotovoltaico, che riportano le principali caratteristiche del modulo stesso, secondo la Norma CEI EN 50380. I moduli saranno provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, che oltre a facilitare le operazioni di montaggio e a permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce una ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua.

4.2.2 Caratteristiche principali del generatore fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico, di potenza pari a circa 47,439 MWp, verrà realizzato mediante l'installazione dei moduli fotovoltaici su strutture ad inseguimento.

L'impianto verrà strutturato in 3 Sottocampi, ciascuno servito da un numero variabile di inverter con il compito di convertire la corrente continua in corrente alternata (inverter 1500 Vdc), con una cabina di trasformazione per elevare, per mezzo di un trasformatore la tensione fino a 30 kV per la successiva distribuzione MT fino alla cabina di consegna.

4.2.3 Dati costruttivi dei moduli identificati in progetto

Il pannello è basato su celle solari monocristalline half-cut con tecnologia MultiBusBar, caratterizzata dalla elevata efficienza di 20.9%, oltre ad essere caratterizzato da una perdita di efficienza annua molto bassa, quantificata dal costruttore in circa il 13,5% dopo 30 anni.

Di seguito il riepilogo dei principali dati costruttivi dei moduli identificati in progetto.

PROPRIETA' ELETTRICHE (STC)		
Modulo		TSM-XXXDEG18MC.20(II)
Potenza massima (Pmax)	[W]	505
Tensione MPP (Vmpp)	[V]	43,7
Corrente MPP (Impp)	[A]	12,37
Tensione a vuoto (Voc)	[V]	51,7
Corrente corto circuito (Isc)	[A]	13,02
Rendimento dei moduli	[%]	20,9
Temperatura di esercizio	[°C]	-40 ~ +85
Massima tensione di sistema	[V]	1500VDC (IEC)
Massima corrente inversa	[A]	25
Tolleranza della potenza (%)	[%]	0+3
Fattore di bifaccialità (%)	[%]	70 ±5

PROPRIETA' MECCANICHE	
Celle	150
Tipo delle celle	Monocristallino
Dimensioni (L x P x H)	2187x1102x35mm
Massimo carico	Neve: 5.400 Pa
	Vento: 2400 Pa
Peso	30.1 kg
Tipo di connettore	/
Scatola di giunzione	IP68 Rated
Cavo di connessione (L)	TUV 1x4.0mmq, 200 mm o personalizzata
Copertura frontale	vetro rinforzato termicamente con rivestimento AR 3.2mm temperato alta trasmissione
Telaio	Lega di alluminio anodizzato

CERTIFICAZIONI E GARANZIA	
Certificazioni	IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
	ISO9001/ISO 14001/ISO14064/ISO45001
Garanzia sul prodotto	12 anni
Garanzia sulla resa di Pmax (tolleranza ±5 %)	30 anni garanzia -2% primo anno + lineare -0.45%

COEFFICIENTI DI TEMPERATURA		
NOCT	[°C]	43 ± 2
Pmpp	[%/°C]	-0,34
Voc	[%/°C]	-0,25
Isc	[%/°C]	0,04

I moduli saranno connessi in serie tra loro, in modo da formare stringhe da 26 moduli, per mezzo di cavi con conduttori in rame isolati in EPR, con tensione di isolamento 1500 Vdc e idonei per la posa fissa in ambiente esterno e soprattutto resistenti alla radiazione solare (Cavi tipo H1Z2Z2-K (ex FG21M21) – c.d. “cavi solari”). Come sopra accennato, ciascuna stringa è quindi collegata direttamente ad uno degli ingressi delle sezioni MPPT degli inverter come dettagliato negli schemi elettrici riportati nelle tavole grafiche. I moduli saranno inoltre fissati alle strutture di sostegno ad inseguimento mediante viti e dadi anti effrazione.

4.3 Inverter

Gli inverter per la conversione dell’energia da corrente continua a corrente alternata 50Hz sono apparecchiature centralizzate di costruzione **SMA**, modello **SUNNY CENTRAL UP** con funzionalità in grado di sostenere la tensione di rete e contribuire alla regolazione dei relativi parametri, con particolare riferimento all’allegato A68 del codice di Rete di Terna.

Le apparecchiature impiegate, a valle di un accurato dimensionamento dei sottocampi, sono di 2 taglie: **2660kVA, 4000kVA** secondo le tabelle di riepilogo qui in appresso riportate:

Un inverter per ciascun subcampo, alimentato dai paralleli di stringa effettuati nelle String Monitor, installati in campo sulle strutture di sostegno dei tracker come meglio indicato nelle tavole di progetto, secondo il diagramma di principio qui sotto riportato:



Fig. 12. Inverter centralizzato della serie Sunny Central

Le caratteristiche elettriche principali degli inverter ipotizzati in questa fase di progettazione definitiva sono riassunte nel seguente estratto dell’opuscolo tecnico:



In base alle caratteristiche elettriche dei pannelli fotovoltaici e degli inverter, sono state determinate le formazioni di stringa, costituite da 26 moduli in serie raggruppate in parallelo nei quadri di Stringa.

Ciascun inverter sarà dotato di sistema MPPT, ossia di dispositivo elettronico per l'inseguimento della massima potenza del modulo FTV al variare delle condizioni di irraggiamento solare.

Gli inverter avranno le seguenti principali caratteristiche di dettaglio:

- Commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20;
- Dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza);
- Integrato con sistema di protezione, sincronizzazione ed interfaccia di protezione con la rete;
- Equipaggiato con display per visualizzazione allarmi, dati elettrici e totalizzatore bidirezionale di energia prodotta;
- Equipaggiato con data logger per la memorizzazione dei dati;
- Ingresso cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT;
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico;
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65);
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto;
- Certificato secondo documento Enel DK 5950 e C.E.I. 1120
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8
- Conformità marchio CE.

4.4 Trasformatore BT/MT

Il trasformatore **bt/MT**, situato in ciascuna Cabina di Conversione/trasformazione, ha la funzione di trasformare la tensione convertita da ogni inverter da bassa a media.

Il trasformatore adottato sarà del tipo dry type cast-oil e potrà essere adottato nella taglia unica da **4000kVA**, per ragioni di semplicità manutentiva, interventiva e gestionale del magazzino ricambi.

Per tutti i componenti sin qui elencati ci si riserva di effettuare la scelta finale in fase esecutiva del progetto,



sulla base dello stato dell'arte della tecnica al momento della realizzazione dell'impianto, scegliendo anche altri modelli e/o altri costruttori (ad es. Huawei, Siemens, ABB, Schneider ed altri).

4.5 Apparecchiature e sistemi presenti nell'impianto fotovoltaico

4.5.1 Quadro di media tensione MT.

In ciascuna delle cabine di trasformazione sarà presente un quadro di media tensione a protezione del lato MT del trasformatore e anche delle linee MT uscenti dalla cabina medesima.

Il quadro di media tensione sarà semplice sistema di sbarre, in esecuzione protetta e dovrà essere del tipo a resistenza d'arco interno, con isolamento in gas ed esente da manutenzione; esso sarà del tipo assemblato, verificato e collaudato in fabbrica mediante le prove di tipo come previste dalle norme specifiche di prodotto. Il quadro sarà conforme alla Norma/Standard IEC 62271-200.

La capsula di contenimento delle apparecchiature primarie del quadro di Media sarà in atmosfera SF₆; sarà classificata come "sistema in pressione sigillato" in accordo con lo Standard IEC [sealed pressure system according to IEC 62271-1 clause 3.6.6.4]. Essa è sigillata per il suo intero ciclo di vita.

Al suo interno dovranno essere presenti i TA ed i TV di protezione ed eventualmente anche fiscali per la lettura fiscale dell'energia prodotta nonché il relativo contatore fiscale MID

Nei particolari il Quadro di Media Tensione, sarà costruito secondo le disposizioni indicate nella Specifica Tecnica dedicata alle celle MT.

La configurazione dell'impianto di distribuzione MT sarà del tipo ad anello e ciascuna Power Station sarà inserita nell'anello di distribuzione relativo al sotto campo fotovoltaico di cui fa parte. Per tale scopo, così come meglio si evince dagli schemi di progetto riportati nelle tavole grafiche, il quadro di ogni cabina avrà la seguente configurazione di moduli assemblabili:

Modulo "PROTEZIONE TRAF0" costituito da Interruttore di Manovra sezionatore con fusibili;

Modulo "INGRESSO LINEA" costituito da Interruttore di Manovra sezionatore;

Modulo "USCITA LINEA" costituito da Interruttore di Manovra sezionatore;

Le apparecchiature di manovra saranno tutte del tipo motorizzato per consentire il funzionamento attivo controllato di tutte le apparecchiature e quindi il cambio schema in automatico in caso di guasto.

4.5.2 Quadro servizi ausiliari di BT.

Nelle cabine di trasformazione è previsto un quadro servizi ausiliari BT-AUX che provvede a tutte quelle esigenze necessarie al funzionamento ed al mantenimento delle apparecchiature interne;

Dotazioni minime:

Interruttore magnetotermico differenziale per alimentazione trackers di orientamento moduli fotovoltaici;

- Interruttore magnetotermico generale;

- Scaricatori di sovratensione classe II con cartuccia estraibile;
- Alimentatore AC/DC di tensione adeguata per circuiti ausiliari strumentazione e monitoraggio;
- Interruttori e relativi contattori per l'alimentazione del sistema di ventilazione;
- Interruttori per alimentazione ausiliari comparto BT;
- Interruttori per alimentazione servizi ausiliari comparto Inverter;
- Interruttori per alimentazione ausiliari comparto celle MT.
- Interruttore magnetotermico differenziale per alimentazione luci interne e presa di servizio;
- Interruttore magnetotermico differenziale per alimentazione luci esterne;
- Interruttori per alimentazione UPS;
- Interruttori per alimentazione circuiti privilegiati;
- Interruttori per alimentazione sistema di monitoraggio;
- Trasformatore di isolamento BT/BT per alimentazione quadro servizi ausiliari;
- Predisposizione per centralina termometrica per trasformatore a doppio secondario.

4.5.3 Trasformatore BT/BT per alimentazione ausiliari di cabina.

Al fine di alimentare i suoi servizi ausiliari in bassa tensione, ciascuna cabina di trasformazione sarà dotata di un piccolo trasformatore di isolamento BT/BT. Esso sarà di tipo a secco inglobato in resina costruiti in conformità alle seguenti Norme:

- IEC 726 / CEI 14-8;
- CENELEC HD 464 e HD 528;
- DIN 42 523.

La classe dei trasformatori non sarà essere inferiore a:

- E2 (classe ambientale);
- C2 (classe climatica);
- F1 (classe di comportamento al fuoco).

I trasformatori saranno del tipo a basse perdite e pertanto sono costruiti secondo la norma EN 50588-1 e conformi con quanto previsto dal regolamento 548/2014 della Commissione Europea, recante le modalità di applicazione della Direttiva sulla progettazione ecocompatibile 2009/125/CE.

Questi trasformatori, grazie all'elevata qualità dei materiali costruttivi, garantiscono una consistente riduzione dei consumi di energia, favorendo un notevole risparmio economico e la riduzione di

Ogni trasformatore avrà una taglia Indicativamente pari a 20 kVA.

I trasformatori saranno specifici per installazioni fotovoltaiche (es. elevato contributo armonico) essendo destinati all'alimentazione di raddrizzatori, impianti UPS.

L'isolamento sarà realizzato in materiale autoestinguente e non propagante l'incendio, in classe F. Durante un'eventuale combustione dovrà essere impedita l'emissione di gas alogeni e fumi opachi.

L'avvolgimento di alta tensione sarà realizzato in nastri di alluminio e il suo isolamento ottenuto colando sotto vuoto una miscela di resine epossidiche e silicio. L'avvolgimento di bassa tensione, realizzato in un unico foglio di alluminio e incapsulato in materiale isolante di classe F, risulterà impermeabile all'umidità.

La temperatura minima di messa in servizio a freddo del trasformatore sarà -25°C. I collegamenti del lato BT dovranno essere saldati.

Sarà assicurata la completa assenza di manutenzione, solo in presenza di inquinamento atmosferico sarà necessaria una periodica pulizia dei depositi di polvere e dovrà essere possibile immagazzinare il trasformatore fino a -25°C senza accorgimenti.

I trasformatori dovranno avere le seguenti caratteristiche generali:

- Montaggio: Interno
- Altitudine di installazione dal livello del mare: max 1000 mt
- Temperatura ambiente massima: 40 °C
- Sovratemperatura lato MT: 80 °C
- Sovratemperatura lato BT: 100 °C
- Classe di isolamento lato MT: F
- Classe di isolamento lato BT: F
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tipo di funzionamento: Continuo
- Tipo di raffreddamento: Aria naturale
- Protezione: IP 00
- Simbolo di collegamento: Dyn11

4.5.4 Sistema di dissipazione del calore e controllo temperatura ambiente di cabina.

In ogni cabina sarà previsto il controllo della temperatura interna dei locali in cui saranno ubicati tutte le apparecchiature, e quindi dei trasformatori, attraverso un sistema di ventole centrifughe e/o torrino di estrazione comandate da una serie di sonde interne ed esterne che rilevano la temperatura ambiente.

L'aria in entrata viene filtrata attraverso speciali griglie montate nella parte inferiore delle pareti delle Cabine.

La Portata d'aria minima sarà da 6000 m³/h e comunque calcolata in funzione della potenza del trasformatore.

4.5.5 Misure di potenza, energia, parametri metereologici e Performance dell'impianto.

Ogni cabina di trasformazione sarà dotata di sistemi di misura al fine di rilevare l'energia elettrica prodotta dal singolo sotto campo fotovoltaico, confrontarlo con l'energia attesa e quindi calcolare la PR dell'impianto medesimo. A tale scopo saranno installate apparecchiature di misura e registrazione in continuo dell'energia elettrica e della potenza prodotta dall'impianto e assorbita dai servizi ausiliari Apparecchiature di Misura – AdM), nonché per la misura dell'irraggiamento, della temperatura, umidità, velocità del vento e simili (stazioni metereologiche).

4.5.5.1 Apparecchiature di misura.

In ogni cabina saranno installate apparecchiature per la di misura della potenza e dell'energia elettrica:

- prodotta dal sotto campo fotovoltaico;
- assorbita dai servizi ausiliari;
- immessa in rete.

La misura dell'energia prodotta viene effettuata da un contatore M1 che deve essere in grado di rilevare l'energia prodotta su base oraria ed essere dotato di un dispositivo per l'interrogazione ed acquisizione per via telematica delle misure da parte del gestore di rete.

La misura dell'energia scambiata con la rete e di quella assorbita dai servizi ausiliari di cabina e in genere effettuata da un unico contatore elettronico bidirezionale ed il sistema di misura deve essere di tipo orario e di tipo MID.

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di normale esercizio viene effettuata con le modalità indicate nella Norma CEI EN 61724, cioè determinando il fattore di prestazione PR (in un dato periodo giornaliero, mensile o annuale).

In particolare si riportano di seguito le modalità di valutazione delle prestazioni che verranno attuate nelle fasi di avvio ed esercizio dell'impianto.

4.5.5.2 Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli

Ai fini della verifica di PR o di PRcc o di PRe o di PRp o di PRce o di PRccp, la misura dell'irraggiamento solare sul piano dei moduli (Gp) sarà effettuata in modo che il valore ottenuto risulti rappresentativo dell'irraggiamento sull'intero impianto o sulla sezione d'impianto in esame.

In questo caso l'impianto fotovoltaico risulta installato in area di ampia estensione, sarà opportuno misurare contemporaneamente l'irraggiamento con più sensori adeguatamente dislocati su tutta l'area di installazione (indicativamente uno ogni 20.000 m²) e assumere la media delle misurazioni attendibili come valore di Gp.

La misura sarà effettuata con un sensore solare (o solarimetro) che può adottare differenti principi di funzionamento. A questo scopo, sono usualmente utilizzati il solarimetro a termopila (o piranometro) e il

solarimetro ad effetto fotovoltaico (chiamato anche PV reference solar device, vedi la Norma CEI EN 60904-4). Il solarimetro sarà posizionato in condizioni di non ombreggiamento dagli ostacoli vicini. In particolare, nel caso di impianto con più filari di moduli, il solarimetro non va posizionato sulla parte inferiore dei filari.

Il sensore di irraggiamento va installato sul piano ad inseguimento solare.

La temperatura della cella fotovoltaica T_{cel} sarà determinata mediante uno dei seguenti metodi:

- misura diretta con un sensore a contatto (termoresistivo o a termocoppia) applicato sul retro del modulo
- misura della tensione a vuoto del modulo e calcolo della corrispondente T_{cel} secondo la Norma CEI EN 60904-5.
- misura della temperatura ambiente T_{amb} e calcolo della corrispondente T_{cel} secondo la formula:

$$T_{cel} = T_{amb} + (NOCT - 20) * G_p / 800$$

La misura della temperatura della cella fotovoltaica T_{ce} viene effettuata con un sensore la cui incertezza tipo è non superiore a 1°C.

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare di dati climatici e di dati di irraggiamento sul campo fotovoltaico.

I parametri rilevati puntualmente dalla stazione di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA e, abbinati alle specifiche tecniche del campo FTV, contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance dell'impianto FTV.

I dati monitorati verranno gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio SCADA.

Il sistema nel suo complesso avrà ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

I dati ambientali monitorati saranno:

- dati di irraggiamento;
- dati ambientali;
- temperature moduli.

I primi, dati di irraggiamento, saranno rilevati mediante l'utilizzo di piroeliometri e piranometri montati su sistema di inseguimento solare, mentre i secondi saranno rilevati mediante strumenti di rilevamento ambientale installati su apposito palo di supporto. Rientrano tra le specifiche del sistema di monitoraggio anche la rilevazione della temperatura dei moduli indispensabile per la stima della producibilità del sistema fotovoltaico.

[4.5.5.3 Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto](#)

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata o in termini di energia (con misure relative ad un dato periodo) o in termini di potenza (con misure istantanee) con le modalità di seguito indicate.

4.5.5.4 Valutazione delle prestazioni in energia

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di energia valutando l'indice di prestazione PR (o indice di prestazione in energia, corretto in temperatura). L'indice di prestazione PR evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sull'energia generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

In analogia al PR indicato nella Norma CEI EN 61724, espresso come nell'equazione, si definisce il PRe come segue:

$$Pre = Eca / Eca_producibile_ (Hi, Pn, Tcel)$$

dove:

Eca producibile (Hi,Pn,Tcel) è l'energia producibile in corrente alternata, determinata in funzione della radiazione solare incidente sul piano dei moduli (Hi), della potenza nominale dell'impianto (Pn) e della temperatura di funzionamento della cella fotovoltaica (Tcel).

4.5.5.5 Valutazione delle prestazioni in potenza

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di potenza valutando l'indice di prestazione PRp (o indice di prestazione in potenza, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione PRp evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

Analogamente all'espressione, la verifica delle prestazioni in potenza di un impianto fotovoltaico è effettuata controllando che siano soddisfatti i seguenti vincoli nelle condizioni di funzionamento sotto riportate:

$$PRp = Pca / Pca_producibile_ (Gp, Pn, Tcel) = Pca / (Rfv2 \times Gp / Gsc \times Pn) > 0,78 \text{ se } Pinv \leq 20 \text{ kW}$$

$$0,80 \text{ se } Pinv > 20 \text{ kW}$$

Dove:

- Rfv2 è calcolato secondo l'espressione;

- P_{inv} è la potenza nominale dell'inverter.

Le condizioni di funzionamento dell'impianto fotovoltaico per la verifica dell'indice prestazionale PRp in fase di avvio dell'impianto sono le seguenti:

- irraggiamento sul piano dei moduli (G_p) superiore a 600 W/m²;
- velocità del vento non rilevante, in riferimento al solarimetro utilizzato;
- rete del distributore disponibile;
- in servizio tutti gli inverter dell'impianto o della sezione in esame.

La verifica dell'indice prestazionale PRp viene effettuata operando su tutto l'impianto, se tutte le sue sezioni hanno caratteristiche identiche, o su sezioni dello stesso caratterizzate da:

- stessa inclinazione e orientazione dei moduli;
- stessa classe di potenza dell'inverter ($P_{inv} > 20$ kW o $P_{inv} \leq 20$ kW);
- stessa tipologia di modulo (e quindi stesso valore del coefficiente di temperatura di potenza);
- stessa tipologia di installazione dei moduli (e quindi analoga T_{cel}).

4.5.5.6 Nuovi indicatori normalizzati di prestazioni di impianti fotovoltaici

Le prestazioni del generatore fotovoltaico possono essere valutate verificando il nuovo indice di prestazioni PRcc, Performance Ratio o Indice di prestazione in corrente continua.

L'indice di prestazione PRcc evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in c.c. dall'impianto fotovoltaico, dovute alla temperatura dei moduli, allo sfruttamento incompleto della radiazione solare e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli) ed è determinato con la seguente espressione:

$$PR_{cc} = P_{cc}G_{stc} / P_n / G_p$$

4.5.5.7 Verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico

In analogia a quanto definito precedentemente si possono introdurre i seguenti indici prestazionali di un generatore fotovoltaico:

$$PR_{cce} = E_{cc} / (R_{fv2} \times H_i / G_{stc} \times P_n)$$

$$PR_{ccp} = P_{cc} / (R_{fv2} \times G_p / G_{stc} \times P_n)$$

Gli indici PRcce e PRccp evidenziano l'effetto complessivo delle perdite sull'energia e sulla potenza generata in corrente continua dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento solare e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).



La verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico, in fase di avvio dell'impianto, può essere effettuata controllando che sia soddisfatta almeno una delle due seguenti condizioni:

$$PR_{cce} > 0,85$$

$$PR_{ccp} > 0,85$$

Occorre tuttavia tenere conto che eventuali valori bassi PR_{cc} possono anche essere causati dall'inverter (ad es., funzionamento non efficiente del dispositivo MPPT).

4.5.6 Sistema SCADA ed RTU e Telecontrollo.

Al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni, verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM. A tale scopo ogni cabina di trasformazione saranno installate apparecchiature elettroniche, di acquisizione e raccolta dati, e di telecomunicazioni facenti parte dell'architettura generale di detto sistema di supervisione. Ovviamente l'architettura di questo sistema comprenderà anche la cabina di raccolta, la sottostazione e i singoli inverter di stringa presenti nell'impianto. Il tutto in modo da avere una piattaforma unica, centralizzata e remotabile di acquisizione, raccolta, memorizzazione ed elaborazione dati. Mediante questa piattaforma ci sarà anche inter operatività da remoto con l'impianto fotovoltaico. Pertanto il sistema potrà non solo acquisire i dati ma anche ricevere informazioni e comandi da trasferirsi in termini di operatività sull'impianto: apertura interruttori, impostazione parametri di controllo, etc. etc.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

Nello specifico partendo dal livello hardware, saranno previste schede elettroniche di acquisizione (ingressi) installate negli string-box, negli inverter, nei quadri di comando e nelle centraline di rilevamento dati ambientali. I dati rilevati saranno inviati ai singoli RTU e quindi convogliati allo SCADA. A questo livello le interfacce di comunicazione per i "bus di campo", saranno seriali.

In ogni singola unità RTU sarà implementata la supervisione istantanea dei parametri elettrici elementari, corrente e tensione e degli allarmi generati dalla rilevazione degli stati degli interruttori, mentre nello SCADA sarà possibile vedere i valori primitivi rilevati e visualizzabili dai singoli RTU, oltre ai dati aggregati frutto di elaborazione dei dati primitivi, come ad esempio valutazione delle performance, produzioni in diversi intervalli temporali, etc.



Per raggiungere questo obiettivo le interfacce dello SCADA saranno di tipo sinottico a multilivello.

Oltre a queste funzioni base lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica e producibilità effettiva.

I dati rilevati verranno salvati in appositi data base, e sarà possibile la visualizzazione da remoto mediante interfaccia web.

Il sistema sarà dotato degli apparati periferici di monitoraggio che consentiranno al gestore della rete il controllo in condizione di emergenza e tale sistema dovrà predisporre link di connessione primari e secondari.

Inoltre dovrà essere predisposto un apparato di telecontrollo specifico per il controllo al sistema SIAL di TERNA al fine della regolazione di esercizio anche questo dovrà essere dotato di link di connessione primaria e secondaria.

Dovrà essere assicurata la fornitura dei segnali necessari alla regolazione automatica della tensione nelle reti MT mediante il variatore sottocarico (VSC) posto sul primario dei trasformatori AT/MT delle cabine primarie di distribuzione.

Il controllo della tensione sarà tipicamente realizzato attraverso almeno due modalità operative: variare sottocarico il rapporto di trasformazione del trasformatore AT/MT mediante un regolatore automatico che impone alla sbarra MT un valore di tensione calcolato secondo una legge prefissata; scegliere a vuoto il rapporto di trasformazione dei trasformatori MT/BT poiché non dotati di variatore sottocarico.

Sarà inoltre presente un sistema completo per il controllo e regolazione "plant controller che comunicherà con gli apparati RTU ed UPDM dello stesso impianto.

4.5.7 Cavi di controllo e TLC

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio che di security saranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati. L'interconnessione in fibra ottica interesserà:

1. Ciascun inverter;
2. Cabine di trasformazione;

3. Cabina di Raccolta;
4. Sottostazione produttore.

Qui di seguito sono riportate le caratteristiche della Fibra Ottica prevista a progetto.

• Numero delle fibre	12
• Tipo di fibra multimodale	62.5/125 μ m
• Diametro cavo	11,7 mm
• Lunghezza d'onda	1300 nm
• Banda	500 MHz/Km
• Peso del cavo	130 kg/km circa
• Massima trazione a lungo termine	3000 N
• Massima trazione a breve termine	4000 N
• Minimo raggio di curvatura in installazione	20 cm
• Minimo raggio di curvatura in servizio	10 cm

4.5.8 Sistema di sicurezza e antintrusione

Il sistema di sicurezza ed anti intrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate.

Il sistema impiegato si basa sull'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti dolosi nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

La prima modalità di protezione messa in atto consiste nel creare una barriera protettiva perimetrale lungo la recinzione che prevede la rilevazione di eventuali scavalcamenti o tagli della stessa.

Abbinata a questa sarà presente un sistema di video sorveglianza perimetrale TVCC, con copertura video di tutto il perimetro.

La seconda consiste nel creare un sistema di rilevazione e monitoraggio mediante sistema di video sorveglianza a circuito chiuso delle aree dell'impianto maggiormente sensibili e cruciali quali:

- cabine;
- zone in cui si concentrano gran numero di apparati;
- aree difficilmente monitorabili;
- aree di transito.

Il terzo sistema adottato è un semplice sistema meccanico di deterrenza che prevede l'utilizzo di viti e dadi anti effrazione da impiegarsi nei fissaggi dei moduli FV e dei dispositivi posti sul campo non protetti direttamente con altri sistemi.

Ai sistemi sopra indicati verranno abbinati un sistema di controllo varchi del personale di tipo manuale mediante consegna e registrazione delle chiavi d'impianto per il controllo delle attività nel campo.



Tutti i sistemi saranno conformi alle normative vigenti e in particolare alle normative relative alla garanzia della riservatezza della privacy.

4.6 Cavi di potenza MT e BT

La connessione delle apparecchiature dell'impianto fotovoltaico avverrà tramite linee in cavo in MT e BT. Tali cavi saranno, posati in canalizzazioni protettive adeguate al tipo di posa o in alternativa direttamente interrati, ad esclusione dei cavi di distribuzione in CC (cavi di collegamento dai moduli FV agli inverter di stringa) che saranno posizionati all'interno di tubi protettivi fissati all'interno delle strutture metalliche di supporto dei moduli.

In particolare, per le linee in MT a 30 kV i cavi saranno di tipo unipolare a spirale visibile con isolamento XLPE/EPR a spessore ridotto, anima di alluminio e guaina a spessore maggiorato di PE, a tenuta d'acqua e resistenti all'impatto, tipo armato, norme EN 60228; HD 620; IEC 60502-2; CEI 20-68.

Il cavo sarà provvisto di una guaina a spessore maggiorato di uno speciale composto termoplastico che migliora notevolmente la resistenza allo schiacciamento e all'impatto. Esso sarà progettato per tutte quelle situazioni dove è fondamentale la protezione contro i danneggiamenti.

Il cavo sarà opportunamente marcato con le indicazioni sulle caratteristiche tecniche principali: unipolare/tripolare; Tensione nominale; anno di costruzione; marcatura metrica.

Le portate di corrente saranno calcolate considerando:

- Temperatura del terreno: 30°C
- Resistività termica del terreno: 1,5 m×K/W
- Profondità di posa: 1,5 m
- Posa interrata con cavi disposti a trifoglio su tubi f220

I cavi saranno del tipo ARE4H5E, adeguati al tipo di posa, saranno del tipo con grado di isolamento 18/30 kV; nei particolari avranno le seguenti caratteristiche minime di costruzione:

Materiale del conduttore:	Alluminio;
Tipo di conduttore:	Corda rotonda compatta classe2;
Materiale del semi-conduttore interno:	Mescola semiconduttrice;
Isolamento:	XLPE/EPR;
Materiale del semi-conduttore esterno:	Mescola semiconduttrice;
Materiale per la tenuta dell'acqua:	Semiconductingswelling tape;
Schermo:	Nastro di alluminio longitudinale;
Guaina esterna:	PE;
Colore guaina esterna:	Rosso;
Caratteristiche d'utilizzo:	

Massima forza di tiro durante la posa:	50.0 N/mm ² ;
Temperatura massima di servizio del conduttore:	90 °C;
Temperatura massima di cortocircuito del conduttore:	250 °C;
Temperatura d'installazione minima:	-20 °C;
Fattore di curvatura durante l'installazione:	20 (xD);
Fattore di curvatura per installazione fissa:	15 (xD);
Tenuta d'acqua radiale:	SI;
Tenuta d'acqua longitudinale:	SI.

Per le connessioni dei cavi di potenza di media tensione si adopereranno giunti a resina colata nei quali i terminali conduttori sono giuntati mediante terminali a compressione bimetallici.

I terminali potranno essere del tipo unipolare per interno, del tipo termorestringente, oppure del tipo “per esterno”; dovranno essere idonei per i cavi MT impiegati.

La testa cavo realizzata dovrà essere opportunamente amarrata ai dispositivi di serraggio disponibili.

In particolare i terminali necessari per i collegamenti dei cavi di media tensione avranno le seguenti caratteristiche:

- Tipo da interno elastico modulare con isolante estruso. Il terminale sarà costituito da due componenti elastici (controllo di campo elettrico e bocchettone isolante). Installazione con infilaggio elastico a freddo senza l'utilizzo di attrezzi o fonti di calore. Temperatura di funzionamento 90°C e temperatura di cortocircuito 250°C. U_o/U 12/30 kV. Norma CEI 20-24.
- Tipo da esterno elastico modulare con isolante estruso. Il terminale sarà costituito da due componenti elastici (controllo di campo elettrico e bocchettone isolante), e da una serie di isolatori in silicone che lo rendono adatto per usi esterni. Installazione con infilaggio elastico a freddo senza l'utilizzo di attrezzi o fonti di calore. Temperatura di funzionamento 90 °C e temperatura di cortocircuito 250°C. U_o/U 12/30 kV. Norma CEI 20-24.
- Tipo sconnettibile per collegamento a trasformatori, adatto per cavi unipolari estrusi di media tensione sia per interno che per esterno. Terminale in gomma angolato a 90°; Temperatura di funzionamento 90°C e temperatura di cortocircuito 250°C.. Norma ENEL DJ4135, IEC 71,540 – VDE 0278 – ANSI/IEE 386 – EDFMN 52-5-61.

Per le linee in Bassa Tensione saranno utilizzati cavi unipolari e multipolari a bassa emissione di fumi opachi e gas tossici (limiti previsti dalla Norma CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla Norma CEI 20-37) e assenza di gas corrosivi. I cavi dovranno essere coperti da almeno uno dei seguenti brevetti: EP839, 801; EP-893, 802; WO 99/05688; WO 00/19452. Essi dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- tipo FG16(O)R16 per tensioni 0.6/1 kV unipolari e multipolari;
- temperatura di funzionamento 90°C;

- temperatura di cortocircuito 250°C;
- assenza di piombo;
- conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;
- isolante in gomma HEPR ad alto modulo;
- Condizioni di posa;
- temperatura minima di posa 0° C;
- in tubo o canalina in aria;
- in aria libera e protezione in tubo e manufatto in calcestruzzo.

In particolare per i cavi in BT di connessione delle stringhe verranno impiegati cavi unipolari flessibili stagnati per collegamenti di impianti fotovoltaici. Isolamento e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma.

- Conduttore: Corda flessibile di rame stagnato, classe 5
- Isolante: Mescola LSOH di gomma reticolata speciale di qualità G21 LSOH = LowSmoke Zero Halogen
- Guaina esterna: Mescola LSOH di gomma reticolata speciale di qualità M21
- Colore anime: Nero
- Colore guaina: Blu, rosso, nero
- Tensione massima: 1800 V c.c. – 1200 V c.a.
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -40°C
- Temperatura minima di posa: -40°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Sforzo massimo di trazione: 15 N/mm²
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego: per l'interconnessione di elementi di impianti fotovoltaici. Adatti per l'installazione fissa all'esterno e all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi simili. Adatti per la posa incanala in aria. I collegamenti tra i moduli, le stringhe e le cassette di parallelo, saranno realizzati attraverso l'utilizzo di cavi solari unipolari tipo FG21M21 (PV1500VCC) con tensione nominale fino a 1500 V in corrente continua e isolamento a 1800V.

Inoltre nei tratti in esterno, i conduttori saranno protetti attraverso la posa all'interno di specifica canalizzazione di protezione.

I cavi come detto saranno unipolari per incrementare la sicurezza contro eventuali cortocircuiti e rendere più agevole la posa.

Il collegamento tra i moduli in serie per la realizzazione delle stringhe, avverrà con l'utilizzo di sistemi di collegamento rapido a spine.

I conduttori di stringa andranno ad attestarsi ai relativi quadri di parallelo da cui partono le dorsali in corrente continua verso gli inverter centralizzati posizionati nella cabina MT/BT della sezione d'impianto corrispondente.

I cavi di collegamento in corrente alternata saranno del tipo FG16(O)R16.

4.7 Rete di terra e sovratensioni impianto fotovoltaico

L'impianto di terra sarà realizzato in ossequio alle disposizioni imposte dalla normativa CEI vigente in materia; in particolare l'impianto di terra interno al campo fotovoltaico sarà costituito dall'intero sistema di conduttori, giunzioni, dispersori al fine di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra attraverso una bassa impedenza.

La sezione minima scelta sarà non inferiore ai 50 mm². Per la posa dei dispersori verrà sfruttato il passaggio cavi MT e DC interno all'impianto; l'area di impianto così magliata, dovrà essere poi chiusa ad anello.

Verranno collegati alla rete di terra anche i pali dei tracker (nelle sezioni in cui è previsto l'utilizzo di strutture su palo). In riferimento alla recinzione tutti i tratti che ricadono all'interno della maglia di terra globale dovranno essere collegati a terra; i tratti esterni alla maglia globale andranno invece isolati da terra. In tali tratti deve essere garantita una distanza minima tra recinzione e struttura di sostegno dei moduli di almeno 5 metri.

Al completamento dell'impianto andrà valutata la resistenza tra le parti e/o strutture metalliche non direttamente connesse a terra e la terra stessa: se tali resistenze sono inferiori ai 1000 Ohm allora occorre collegare tali parti e/o strutture all'impianto di terra.

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere sono intese a fornire una protezione totale contro i contatti diretti.

La protezione del suddetto tipo di contatto sarà quindi assicurata dai provvedimenti seguenti:

- copertura completa delle parti attive a mezzo di isolamento rimovibile solo con la distruzione di quest'ultimo;
- parti attive poste dentro involucri tali da assicurare il grado di protezione adeguato al tipo di ambiente in cui sono installate.

Le protezioni dai contatti indiretti avrà come principio base l'interruzione automatica dell'alimentazione e, pertanto, il collegamento equipotenziale di tutte le masse metalliche che, per un difetto dell'isolamento primario possano assumere un potenziale pericoloso ($U_T > 50$ V), unitamente all'estinzione del guasto tramite apertura del dispositivo di protezione a monte della zona in cui si è manifestato il guasto. A tal fine occorre che il valore della resistenza di terra e l'intervento del dispositivo di protezione siano tra loro coordinati affinché l'estinzione del guasto avvenga entro i limiti previsti dalle norme vigenti in materia.

La protezione contro i contatti indiretti, pur essendo eseguibile mediante impiego di dispositivi a massima corrente in quanto gli impianti sono realizzati con tipologia distributiva TN-S verrà comunque realizzata al fine di rendere ancora più tempestivi gli interventi delle protezioni - mediante l'installazione di dispositivi a corrente differenziale installati a monte delle linee terminali e la connessione all'impianto di terra esistente. I conduttori di protezione saranno collegati all'impianto di terra globale mediante installazione di un conduttore PE che dalle barre di terra dei quadri collegherà tali masse e le masse estranee ivi presenti al collettore di terra generale di cabina.

La protezione contro i contatti indiretti in caso di guasto a terra nei sistemi di distribuzione TN-S è prevista con collegamento a terra delle masse e interruttori differenziali ad alta sensibilità (0,03 A, 0,3 A, 0,5 A), al fine di rispettare le condizioni di sicurezza indicata dalle norme CEI 64-8 in 413.1.4.2.

Nella distribuzione DC (dal modulo fino all'inverter) è previsto un sistema con entrambi i poli flottanti (sistema isolato); il primo guasto verso terra è conseguentemente a corrente nulla. Nel caso in cui il primo guasto non fosse rilevato e si verificasse un secondo guasto verso terra, si creerebbero correnti di guasto verso terra dell'ordine di svariati kA, non risolvibili dall'impianto di terra in quanto sarebbe necessaria una resistenza di terra MT molto bassa, difficilmente raggiungibile.

Pertanto, al fine di proteggere il sistema e limitare le tensioni di contatto (indicate nella CEI EN 50522) entrambi i poli DC di tutte le stringhe dovranno monitorati costantemente attraverso un controllo dell'isolamento verso terra.

4.8 Impianti di illuminazione

Alcune aree di impianto verranno illuminate in periodo notturno al fine di minimizzare il rischio di furti e permettere un sicuro accesso al sito da parte del personale di impianto.

In particolare è stata prevista l'illuminazione in prossimità della cabina di raccolta, delle singole cabine di trasformazione e dei percorsi perimetrale e interni di accesso alle cabine di trasformazione. L'illuminazione sarà effettuata mediante l'impiego di corpi illuminanti a Led, e proiettori a led per illuminazione esterna, ubicati sulle pareti esterne delle cabine nonché su paline ancorate al terreno mediante piccolo plinto di fondazione, per i percorsi perimetrali e quelli interni di accesso alle cabine di trasformazione.

Tali corpi illuminanti saranno alimentati da specifica linea elettrica prevista come carico ausiliario di cabina. L'illuminazione di emergenza sarà realizzata mediante kit inverter più batterie localizzati nei corpi illuminanti già previsti all'interno delle cabine.

5. SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE DI SOTTOSTAZIONE

La realizzazione della Sottostazione Elettrica Produttore (SSE) comprende sia opere elettriche che opere civili necessarie per il funzionamento della stessa. La sottostazione avrà una dimensione in pianta di forma rettangolare e perimetralmente verrà realizzata una recinzione. Essa sarà ubicata in prossimità della Cabina Primaria Enel.

I dati generali riportati nelle seguenti tabelle, si riferiscono a quelli utilizzati per il dimensionamento della SSE.

Tensione di esercizio del sistema	150	kV
Tensione massima del sistema di riferimento per l'isolamento	170	kV
Frequenza Nominale	50	Hz
Tensione di tenuta a frequenza industriale	325	kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico	750	kV
Corrente nominale di breve durata	31,5	kA per 1 s
Corrente di guasto monofase a terra	10	kA

Fig. 13. Caratteristiche della Stazione di trasformazione AT/MT – lato 150 kV

Tensione di esercizio del sistema	30	kV
Tensione massima del sistema di riferimento per l'isolamento	36	kV
Frequenza Nominale	50	Hz
Tensione di tenuta a frequenza industriale	70	kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico	170	kV

Fig. 14. Caratteristiche della Stazione di trasformazione AT/MT – lato 30 kV

Le opere elettriche da realizzare in Sottostazione sono costituite principalmente dalle apparecchiature elettromeccaniche che nel seguito verranno descritte in modo dettagliato in narrativa, dai cavi di BT e MT di collegamento tra i quadri elettrici presenti nei locali tecnici e le apparecchiature elettriche, dai sistemi di protezione, dai servizi ausiliari e dall'impianto di terra.

Nelle tavole di progetto allegate, sono riportate lo schema planimetrico, particolari e lo schema elettrico unifilare della sottostazione.

5.1. Cavi MT interni alla SSE 30/150 kV

All'interno della Sottostazione, i cavi MT provenienti dal parco fotovoltaico in arrivo ai locali tecnici, sono costituiti da sei terne di cavi MT tipo ARE4H5E di formazione $3 \times 1 \times 500 \text{ mm}^2$. Ogni conduttore verrà protetto con tubazione pieghevole corrugata di diametro 200 mm.



Fig. 15. Particolare del tubo corrugato di protezione dei cavi MT interni alla SSE.

Il particolare scavo in sezione della posa in opera è individuato nella figura seguente.

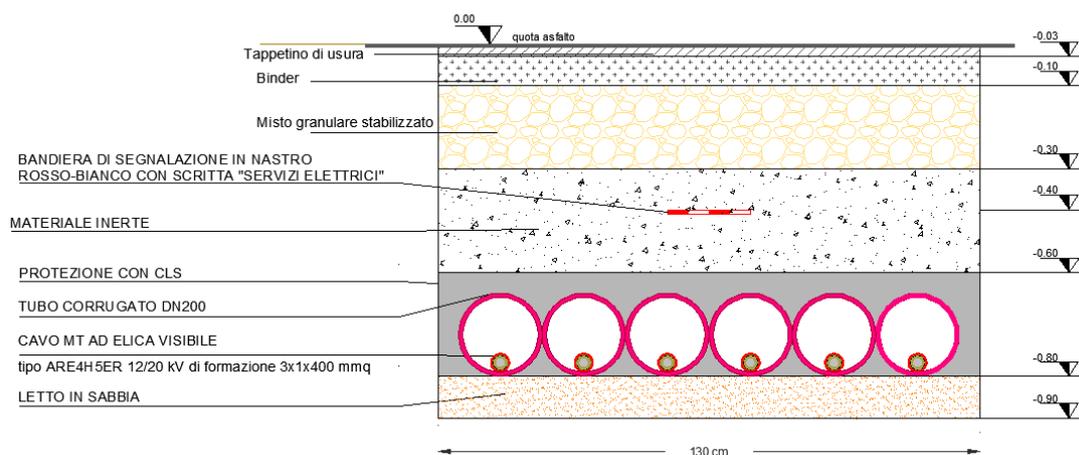


Fig. 16. Particolare scavo dei cavi MT in SSE in ingresso agli edifici quadro MT tipo shelter.

Fig. 17.

5.2. Sistemi di protezione, controllo e misure.

Il sistema scelto per la protezione, il comando e il controllo dell'impianto di utenza apparterrà ad una generazione di apparecchiature in tecnologia digitale, aventi l'obiettivo di integrare le funzioni acquisizione dati, controllo locale e remoto, protezione ed automazione. Per le misure il sistema è provvisto di contatore tele leggibile sul lato AT. Sul lato MT, la linea in arrivo dal campo fotovoltaico è provvista di contatore, così come, all'interno del parco, ciascuna delle linee provenienti dai sottocampi è munita di proprio contatore.



5.3. Terminale cavo AT – lato sistema di sbarre condiviso di Utenza.

Si tratta di un terminale cavo AT da 1600 mm² della Nexans italia S.p.A. o equivalente. Da tale terminale, il cavo AT viene interrato e si collegherà ai terminali cavo del futuro stallo da realizzarsi nella sezione a 150kV Cabina Primaria "Taranto Est". Il terminale cavo è costituito da due elementi distinti: la terminazione del cavo e l'isolatore. Detti elementi saranno forniti dal medesimo costruttore e montati in tempi e luoghi diversi. Il montaggio della terminazione del cavo viene effettuata in campo mentre l'isolatore viene montato sull'apparecchiatura prefabbricata presso lo stabilimento di produzione. L'isolatore realizzato in resina epossidica o altro materiale equivalente ha lo scopo di realizzare la connessione elettrica tra la terminazione del cavo e l'apparecchiatura blindata e di mantenere l'isolamento nel punto di connessione. L'isolatore si interfaccia con la terminazione del cavo, è a tenuta stagna e garantisce la separazione dei due ambienti SF₆/aria anche in assenza della terminazione del cavo. L'isolatore ingloba un sistema elastico di contatto per alloggiare il sistema di contatto scorrevole della terminazione del cavo, assicura il passaggio della corrente nominale alla temperatura massima di esercizio del conduttore del cavo e sopporta le correnti di guasto specificate.

L'isolatore è dotato di un dispositivo atto ad assicurare il fissaggio del terminale alla flangia dell'apparecchiatura blindata, nonché la tenuta meccanica e all'SF₆. Tale dispositivo deve anche garantire l'isolamento elettrico tra l'apparecchiatura blindata e il rivestimento metallico del cavo. L'isolatore e la relativa flangia di fissaggio dovranno inoltre essere conformi alle normative vigenti per quanto riguarda le apparecchiature in pressione. La terminazione del cavo ha la funzione di realizzare l'accoppiamento all'isolatore passante senza l'impiego di fluidi isolanti intermedi ed è costituita dai seguenti elementi:

- Un capocorda atto a realizzare un sistema di contatto scorrevole e in grado di assicurare il passaggio della corrente nominale e sopportare le correnti di guasto previste;
- Un corpo elastico prefabbricato contenente al suo interno l'elemento per il controllo del campo elettrico;
- Un corpo metallico, con l'eventuale dispositivo di pressione dell'isolatore elastico, atto a realizzare la connessione della terminazione del cavo all'isolatore. È dotato di morsetto di messa a terra;
- Un dispositivo di chiusura per garantire la tenuta idraulica tra il corpo metallico e la guaina del cavo.

Di seguito un'immagine di tale struttura.



Fig. 18. Terminale cavo AT tipo.

5.4. Scaricatore AT 170 kV con contascariche PEXLIM.

Gli scaricatori di sovratensione AT saranno ad ossido di zinco conformi alle norme CEI EN 60099-4 e IEC 99-4. Per ottenere la massima protezione, gli scaricatori di sovratensione devono essere collegati con conduttori sia di linea che di messa a terra più corti possibili. Essi sono dimensionati per una tensione di esercizio uguale o inferiore alla tensione di esercizio continuo U_c (norma IEC) che viene indicata sulla targhetta dei dati nominali. Gli scaricatori, i contascariche ed il relativo cavo di collegamento all'impianto di terra devono essere isolati dal sostegno metallico dello scaricatore stesso.

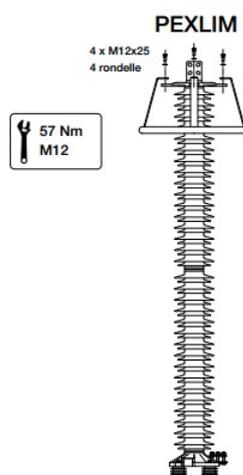


Fig. 19. Particolare di dettaglio dello scaricatore AT

5.5. Sezionatore tripolare orizzontale 145-170 kV.

Il sezionatore tripolare orizzontale 145-170 kV con lame di messa a terra e comando motorizzato, conforme alle Norme CEI EN 62271-102 e IEC 129, è provvisto appunto di comando motorizzato e manuale, così come previsto dalla Norma CEI EN 61129. I sezionatori sono dotati di tre colonne di isolatori per polo, di cui quella

centrale rotante. Durante la manovra di chiusura il braccio mobile si muove dapprima su di un piano orizzontale restando solidale all'isolatore centrale e successivamente, ad imbocco avvenuto, ruota attorno al suo asse longitudinale. Le parti principali che compongono un sezionatore tripolare sono illustrate nella figura sottostante con la seguente descrizione: le basi di appoggio (A), gli isolatori (B), i contatti fissi (C) due per ogni polo, i bracci mobili in lega di alluminio e di rame per i contatti (D), le lame di terra (E), il sistema di trasmissione verticale (F) e orizzontale (G), il meccanismo di manovra motorizzato o manuale con resistenza anti-condensa e morsetteria componibile (H).

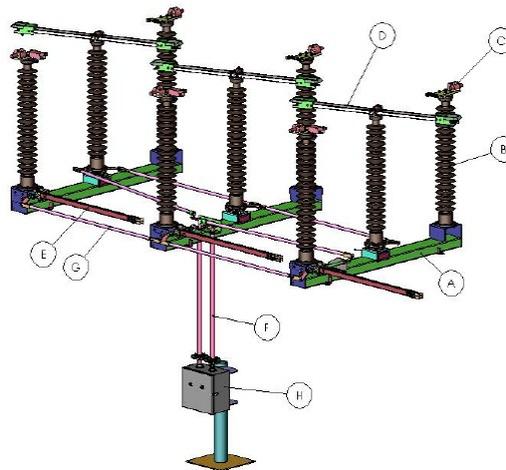


Fig. 20. Parti principali che compongono un sezionatore.

5.6. Trasformatore di tensione induttivo in olio EMF 170 kV.

Il trasformatore di tensione induttivo montato su supporto metallico, usato per le misure, è conforme alla Norma CEI 38-2 e IEC 185. Il dielettrico è costituito da carta impregnata di olio minerale biodegradabile, compatibile con l'ambiente. Gli avvolgimenti di induzione permettono una elevata stabilità e precisione in tutte le condizioni di esercizio e per questo tali trasformatori vengono utilizzati per le misure. Gli avvolgimenti sono ermeticamente sigillati e il TV-I è provvisto al suo interno di dispositivo di compensazione delle variazioni di volume del liquido isolante.



Fig. 21. Particolare TVI tipo.

5.7. Interruttore tripolare con trasformatori di corrente incorporati.

Il modulo interruttore 145/170 kV con TA incorporato è completo di:

- Comando a molla di tipo BLK 222 tripolare;
- Ciclo di interruzione O-0, 3s-CO-1 min-CO;
- Trasformatori di corrente in SF₆ con n. 2-4 nuclei (2 nuclei misura / 2 nuclei protezione), armadio di comando, armadio di supporto e gas di primo riempimento.



Fig. 22. Particolare Interruttore con TA incorporato.

5.8. Supporto per rompitratta unipolare.

Il colonnino rompitratta è costituito da sostegni rispondenti alle seguenti Norme Tecniche di legge:

- Norma CEI 7-6 “Controllo della zincatura a caldo”;
- Norma CEI 11-4 “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”;
- Norma UNI 3740 “Elementi di collegamento filettati di acciaio”;
- Norma UNI 7091 “Tubi saldati in acciaio non legato. Tubi lisci per usi generici”;
- Norma UNI-EN 10025 “Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali – Condizioni tecniche di fornitura”;
- Norma UNI-EN 10045/1 “Materiali metallici – Prova di resilienza”;
- Norma CNR-UNI 10011 “Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione delle costruzioni di acciaio”;
- Legge 5 Novembre 1971, n. 1086 “Norma per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.

Tutti i materiali per la costruzione dei sostegni saranno, di norma, scelti 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 sono conformi alle Norme UNI 3740. Tutto il materiale ferroso sarà 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. Nella figura seguente si individuano tali supporti in sezione e poi in foto.

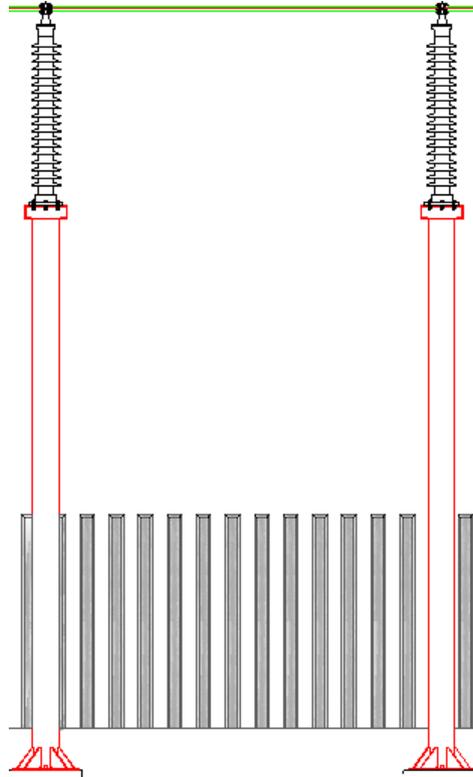


Fig. 23. Particolare prospettico dei supporti rompitratta unipolari

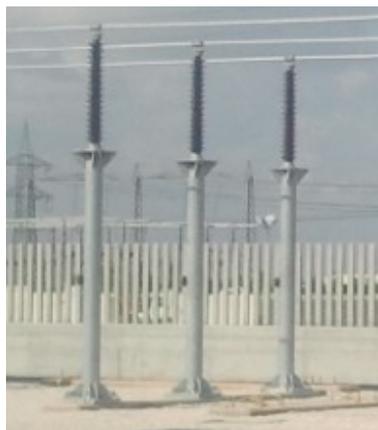


Fig. 24. Particolare in foto di tali supporti

5.9. Trasformatore di potenza.

Il trasformatore di potenza AT/MT, 150/30 kV sarà conforme alla Norma CEI 14-4. Esso avrà potenza di 50 MVA in funzionamento ONAN e potenza di 60 MVA in funzionamento ONAF. Il trasformatore da installare è

del tipo isolato in olio minerale per installazione all'esterno, a rapporto variabile, con raffreddamento naturale dell'aria e dell'olio (ONAN), con radiatori addossati al cassone, completo di serbatoio dell'olio per il funzionamento e di serbatoio dell'olio di riserva, predisposto per il sistema di raffreddamento (ONAF). Nel caso di raffreddamento ONAF, la circolazione dell'aria sarà ottenuta mediante elettroventilatori ed opportuna apparecchiatura di comando e controllo. Esso sarà posizionato sopra una speciale vasca per il contenimento dell'eventuale fuoriuscita dell'olio in caso di guasto. Il trasformatore sarà completo di cassonetto di protezione, contenente gli scaricatori a 30 kV. Tale unità di trasformazione costituisce una modesta sorgente di rumore in accordo ai limiti fissati dalla legge quadro sull'inquinamento acustico, in corrispondenza dei recettori sensibili.

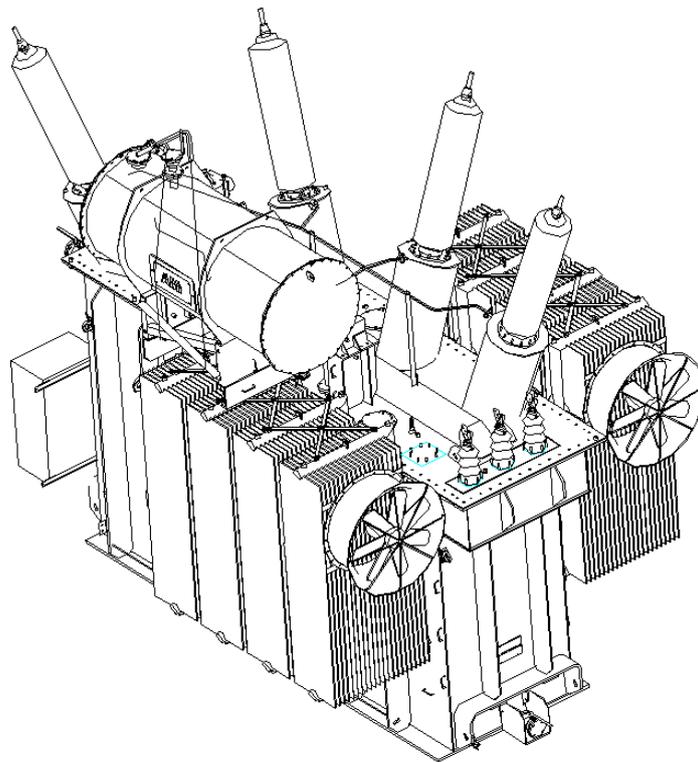


Fig. 25. Vista assometrica del trasformatore di progetto



6. SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI

6.1 Allestimento cantiere

Il lotto oggetto del presente intervento sarà dotato di recinzione in rete zincata fissata a paletti in acciaio poggiati su plinti in calcestruzzo. Tale recinzione sarà utilizzata per delimitare il campo fotovoltaico e dovrà essere ultimata con i tratti previsti a progetto come da elaborati grafici progettuali, prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

Per l'area destinata ai baraccamenti si prevede di utilizzare un'area ad oggi libera da manufatti ed impianti. Tutta l'area di cantiere dovrà essere delimitata con recinzione tipo orso grill fissata a paletti di acciaio annegati in blocchi di fondazione in cls e posti ad interasse di 1 mt. L'altezza della recinzione dovrà essere di mt. 2,00. L'accesso a tale area di cantiere dovrà avvenire tramite un cancello di accesso di larghezza 8 mt [due parti da 4 mt cadauna] sufficiente per il transito dei mezzi pesanti. Le due aree [baraccamenti e deposito materiali/sosta mezzi] saranno distinte in modo da prevenire il rischio di collisione tra automezzi. Tutti i mezzi che accederanno a tale area dovranno procedere a passo d'uomo e sostare nelle aree opportunamente segnalate e comunicate al momento dell'ingresso in cantiere. Tutta l'area dovrà presentare una pavimentazione in spaccato di ghiaia da realizzare dopo uno scavo di scotico e la posa di un tessuto non tessuto per fondazioni stradali. All'interno dell'area per il deposito dei materiali e la sosta dei veicoli, in posizione il più prossima all'ingresso, dovrà essere realizzata una piazzola per il deposito dei rifiuti di cantiere [imballaggi, materiali di scarto, etc.], anche mediante la posa in opera di cassoni per la raccolta differenziata dei rifiuti ingombranti [carta e cartone, plastica, legno, etc.], e di cassonetti per la raccolta di rifiuti civili [organico, indifferenziato, vetro]. L'impresa appaltatrice principale dovrà provvedere allo smaltimento prevedendo il conferimento dei rifiuti alle pubbliche discariche a seconda della tipologia di rifiuto.

Per l'accesso al lotto si utilizzerà in parte la viabilità esistente all'interno del sito e in parte la nuova viabilità. La viabilità interna al sito deve essere mantenuta sempre libera da mezzi e materiali, questi ultimi dovranno essere sempre stoccati all'interno dell'area di cantiere. Tutti i mezzi che accedono all'area dovranno rispettare i limiti di velocità presenti ed i sensi di marcia indicati, è fatto comunque divieto di superare il limite di velocità di 30 km/h. All'interno dei lotti di intervento, sia per le dimensioni delle strade che per la caratteristica del fondo [strade sterrate], si fissa un limite di velocità massimo di 10 km/h. Si prescrive comunque l'obbligo di mantenere sempre umide tali viabilità al fine di contenere lo svilupparsi ed il propagarsi di polveri.

Le aree destinate alle baracche ed allo stoccaggio dei materiali e dei rifiuti verranno installati come da tavola di cantierizzazione.

Dall'analisi del cronoprogramma, allegato al presente documento, si ipotizza che il numero massimo di lavoratori presenti contemporaneamente in cantiere sia pari a 100-150.

A servizio degli addetti alle lavorazioni si prevedono i seguenti baraccamenti, dimensionati ed attrezzati tenendo conto del numero massimo di lavoratori contemporaneamente presenti in cantiere:

- Uffici direzione lavori: saranno collocati in cabine prefabbricate;
- Spogliatoi: i locali dovranno essere aerati, illuminati, ben difesi dalle intemperie, riscaldati durante la stagione fredda, muniti di sedili e mantenuti in buone condizioni di pulizia. Inoltre, dovranno essere dotati di opportuni armadietti affinché ciascun lavoratore possa chiudere a chiave i propri indumenti durante il tempo di lavoro.
- Refettorio e locale ricovero: i locali dovranno essere forniti di sedili e di tavoli, ben illuminati, aerati e riscaldati nella stagione fredda. Il pavimento e le pareti dovranno essere mantenuti in buone condizioni di pulizia. Nel caso i pasti vengano consumati in cantiere, i lavoratori dovranno disporre di attrezzature per scaldare e conservare le vivande ed eventualmente di attrezzature per preparare i loro pasti in condizioni di soddisfacente igienicità.
- Servizi igienico assistenziali: la qualità dei servizi sarà finalizzata al soddisfacimento delle esigenze igieniche ed alla necessità di realizzare le condizioni di benessere e di dignità personale indispensabili per ogni lavoratore. I locali che ospitano i lavabi dovranno essere dotati di acqua corrente, se necessario calda e di mezzi detergenti e per asciugarsi. I lavabi dovranno essere in numero minimo di 1 ogni 5 lavoratori, 1 gabinetto ed 1 doccia ogni 10 lavoratori impegnati nel cantiere. I locali dovranno essere ben illuminati, aerati, riscaldati nella stagione fredda (zona docce) e mantenuti puliti.
- Cabina di infermeria dotata di kit primo soccorso e Defibrillatore Semiautomatico Esterno (DAE);
- Per l'alimentazione elettrica si prevede l'utilizzo di un apposito generatore o dell'impianto esistente previo accordo con la Committenza, per l'acqua necessaria a docce si prevede l'utilizzo di acqua a servizio della Centrale di Fiume Santo. Per i servizi igienici si prevede l'utilizzo di bagni chimici. In tutti i locali è vietato fumare ed è necessario predisporre l'apposito cartello con indicato il divieto.

Dovranno essere predisposti allacciamenti a forniture e scarichi o in alternativa prevedere idonee forniture e impianto di scarico con trattamento in loco;

Date le dimensioni notevoli dell'area di cantiere si prevede di disporre all'interno dei lotti in progetto un adeguato numero di bagni chimici, di idonee dimensioni al numero di persone operanti in esse.

Non si prevede l'illuminazione notturna delle aree di lavoro né dell'area di stoccaggio dei materiali e dei baraccamenti.

Vista la posizione del cantiere all'interno di un'area isolata si prescrive l'obbligo di garantire un servizio di guardiana continuo [diurno e notturno].

6.2 Movimenti terra

Le attività di movimento terra saranno caratterizzate da:

- Movimenti superficiali di pulizia generale dell'area con rimozione pietrame, taglio della vegetazione in sito dove presente;
- Realizzazione di viabilità interna: la viabilità interna alla centrale fotovoltaica sarà costituita da tratti esistenti e da tratti di strada di nuova realizzazione in terra battuta tutti inseriti nelle aree contrattualizzate;
- Scavi a sezione ristretta per posa cavi quali BT e MT, ecc;
- Scavi a sezione obbligata e riprofilatura per realizzazione di sistema di gestione acque meteoriche.

Come mostrato negli elaborati di progetto si è proceduto considerando uno "schema tipo", che presenta caratteristiche tecnico-costruttive analoghe a quelle desumibili dai prodotti commerciali più comunemente utilizzati per impianti FV simili a quello in oggetto.

Nell'ipotesi di struttura tracker tipologica indicata in progetto è stata considerata una soluzione tecnologica a palo infisso in acciaio zincato. Considerate le caratteristiche dei terreni in sito è stata inoltre valutata un'alternativa soluzione tecnologica costituita da pali a elica zincati. Durante la fase esecutiva sulla base della struttura tracker scelta saranno definite le fondazioni e scelta la soluzione tecnologica di fondazione più adatta.

L'acciaio per strutture metalliche deve rispondere alle prescrizioni delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2018. Tutte le strutture metalliche saranno preventivamente sottoposte a zincatura a caldo, secondo UNI –EN-ISO 14713. Durante la fase esecutiva sarà valutato il trattamento anti-corrosivo delle fondazioni in considerazione delle condizioni ambientali di installazione.

Possono essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della direttiva 89/106/CEE. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle infrastrutture, Servizio tecnico centrale.

È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli sopra indicati purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova sono rispondenti alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1, UNI EN 10045 -1.

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

1. Modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$

2. Modulo di elasticità trasversale $G = E/2(1 + \nu)$ N/mm²
3. Coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$
4. Coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ per °C⁻¹ (per temperature fino a 100°C)
5. Densità $\rho = 7.850$ kg/m³

Tutta la carpenteria metallica, dove espressamente indicato negli elaborati progettuali, dovrà essere fornita in cantiere già zincata a caldo.

Il fissaggio meccanico dei moduli alle strutture di sostegno sarà eseguito con sistemi antisvitamento con bulloni di sicurezza o altri sistemi meccanici analoghi.

6.3 Fondazioni cabine

La scelta della tipologia di fondazione da utilizzare è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le fondazioni sono costituite da platee in calcestruzzo armato.

La profondità del piano di posa deve essere scelta in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni e alle condizioni geologico-idrogeologiche.

Il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno e essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeno di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal direttore dei lavori.

Saranno previsti rinterri di raccordo tra la superficie del piano campagna e la quota di installazione cabine.

6.4 Calcestruzzo

Per le opere in c.a. verranno utilizzati calcestruzzi con idonee classi di resistenza come da disposizioni del progettista strutturale con la relativa proprietà della classe di esposizione e consistenza.

NOTA: nel caso in cui si verifichi la possibilità di attacco chimico o corrosione indotta da cloruri la classe di esposizione deve essere adeguatamente aggiornata secondo le condizioni ambientali presenti.

Deve essere opportunamente valutata l'eventuale necessità di usare cemento resistente ai solfati per la Classe di Esposizione XA2.

6.4.1 Acciaio per calcestruzzo

Barre ad aderenza migliorata tipo B450C (ex Fe B 44 k)

Tipo di acciaio

Fe B 44 k

Peso specifico	$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$
Modulo di elasticità:	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento di progetto ($v_s = 1,15$):	$f_{yd} = f_{yk} / v_s = 391 \text{ N/mm}^2$
Massima tensione di esercizio:	$6s = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

- Acciaio per calcestruzzo armato.
Si prevede l'impiego di acciaio B450C.
Relativamente ai profili HEB100 Fe360
- Acciaio strutturale.
Si prevede l'impiego di acciaio con caratteristiche minime S275JR.
- Acciaio strutturale per unioni bullonate.
Si prevede l'impiego di bulloni con classe di resistenza $>_ 8.8$.

Per tutti gli elementi strutturali di acciaio deve essere prevista un'adeguata protezione contro la corrosione, ad esempio zincatura a caldo come da norma UNI –EN-ISO 14713.

6.4.2 Copriferro

Si considerano i seguenti valori di copriferro:

- Calcestruzzo gettato contro il terreno e permanentemente a contatto con esso 75 mm;
- Calcestruzzo a contatto con il terreno o con acqua 50 mm;
- Calcestruzzo non a contatto con il terreno o con acqua 40 mm.

6.5 Recinzione

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto; la recinzione sarà formata da rete metallica a pali con plinti.

Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista la realizzazione di varchi di accesso; essi saranno costituiti ciascuno da un cancello pedonale e da un cancello carrabile per un agevole accesso all'area d'impianto. Per non ostacolare il passaggio della fauna locale, la recinzione verrà sollevata da terra di 20 cm.

6.5.1 Cannello di accesso

E' previsto 1 cancello di accesso per ciascuna delle aree dell'impianto di nuova installazione essenzialmente carrabile con sezione di passaggio pari ad almeno 4 m di larghezza e 2,2 m di altezza. Il tamponamento sarà

conforme alla tipologia di recinzione utilizzata e la serratura sarà di tipo manuale. Il materiale dovrà essere acciaio rifinito mediante zincatura a caldo.

6.6 Viabilità interna di servizio

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in sterrata (larghezza carreggiata netta 5 m) per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine. La viabilità è stata prevista lungo gli assi principali di impianto.

La scelta della tipologia pacchetto stradale, costituito da un primo strato di Tout Venant disposto sul geotessuto e da uno strato in misto stabilizzato opportunamente rullato e costipato, è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

7. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

La legislazione e normativa nazionale cui si fa riferimento nel progetto è rappresentata da:

Leggi e decreti:

Direttiva Macchine 2006/42/CE - "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" indicate dal DM del 14 Gennaio 2018, pubblicate sulla Gazzetta ufficiale n° 29 del 4/2/2008 - Suppl. Ordinario n. 30, integrate dalle "Istruzioni per l'applicazione delle Norme NTC" di cui al DM 14/01/2018, Circolare del 02/02/2009 n.617, Pubblicate nella Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27

Eurocodici

- UNI EN 1991 (serie) Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.
- UNI EN 1993 (serie) Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio.
- UNI EN 1994 (serie) Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo.
- UNI EN 1997 (serie) Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica.
- UNI EN 1998 (serie) Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica.
- UNI EN 1999 (serie) Eurocodice 9 – Progettazione delle strutture di alluminio.

Altri documenti

Esistono inoltre documenti (Istruzioni CNR) che non hanno valore di normativa, anche se in qualche caso i decreti ministeriali fanno espressamente riferimento ad essi:

- CNR 10022/84 Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo;
- CNR 10011/97 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione;
- CNR 10024/86 Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.

- CNR-DT 207/2008, "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".

Eventuali normative non elencate, se mandatorie per la progettazione del sistema possono essere referenziate.

In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:

- Leggi e regolamenti Italiani;
- Leggi e regolamenti comunitari (EU);
- Documento in oggetto;
- Specifiche di società (ove applicabili);
- Normative internazionali.

Legislazione e normativa nazionale in ambito Civile e Strutturale

- Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2018 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 “Istruzioni per l’applicazione norme tecniche per le costruzioni”;
- Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica);
- CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione).

Legislazione e normativa nazionale in ambito Elettrico

- D. Lgs 9 Aprile 2008 n. 81 e s.m.i..
- Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro).
- CEI EN 50110-1 (Esercizio degli impianti elettrici)
- CEI 11-27 (Lavori su impianti elettrici)
- CEI 0-10 (Guida alla manutenzione degli impianti elettrici)
- CEI 82-25
- CEI 0-16
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori

Sicurezza elettrica

- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed M delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- CEI 64-8/7 (Sez.712) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori
- IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
- CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Impianti di piccola produzione distribuita.
- CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature

Parte fotovoltaica

- ANSI/UL 1703:2002 Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels
- IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols
- CEI EN 50380 (CEI 82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione
- CEI EN 50461 (CEI 82-26) Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino
- CEI EN 50521(82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove
- CEI EN 60891 (CEI 82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione

- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
- CEI EN 60904-4 (82-32) Dispositivi fotovoltaici - Parte 4: Dispositivi solari di riferimento Procedura per stabilire la tracciabilità della taratura
- CEI EN 60904-5 (82-10) Dispositivi fotovoltaici - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaici (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto
- CEI EN 60904-7 (82-13) Dispositivi fotovoltaici - Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici
- CEI EN 60904-8 (82-19) Dispositivi fotovoltaici - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico
- CEI EN 60904-9 (82-29) Dispositivi fotovoltaici - Parte 9: Requisiti prestazionali dei simulatori solari
- CEI EN 60068-2-21 (91-40) 2006 Prove ambientali - Parte 2-21: Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda
- CEI EN 61173 (CEI 82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida
- CEI EN 61215 (CEI 82-8) Moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo
- CEI EN 61646 (CEI 82-12) Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo
- CEI EN 61277 (CEI 82-17) Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida
- CEI EN 61345 (CEI 82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)
- CEI EN 61683 (CEI 82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza
- CEI EN 61701 (CEI 82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)
- CEI EN 61724 (CEI 82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
- CEI EN 61727 (CEI 82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione



- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove
- CEI EN 61829 (CEI 82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V
- CEI EN 62093 (CEI 82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali
- CEI EN 62108 (82-30) Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) – Qualifica del progetto e approvazione di tipo

Quadri elettrici

- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti

- CEI 99-2 (EN 61936-1): “ Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata: Parte 1. Prescrizioni comuni”;
- CEI 99-3 (EN 50522): “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.”;
- CEI 99-4: “Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale”;
- CEI 99-5: “Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.”;
- CEI 11-17: (2006-07, 3^a ed.) Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo.
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria



- CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante
- CEI 11-20, V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria – Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori
- CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio degli impianti elettrici
- CEI EN 50160 (CEI 8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica

Cavi, cavidotti e accessori

- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV
- CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
- CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogenata non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici
- CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46) Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi
- Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
- CEI EN 50262 (CEI 20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche
- CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori

- CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
- CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
- Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
- CEI EN 61386-23 (CEI 23-83) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
- Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

Conversione della Potenza

- CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
- CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali
- CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori
- CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4:
- Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza

Scariche atmosferiche e sovratensioni

- CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

Dispositivi di Potenza

- CEI EN 50123 (serie) (CEI 9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi -Apparecchiatura a corrente continua

- CEI EN 50178 (CEI 22-15) Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili - Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua
- CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori– Contattori e avviatori elettromeccanici

Compatibilità elettromagnetica

- CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC
- CEI EN 50263 (CEI 95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i rele di misura e i dispositivi di protezione
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2) Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni
- CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione
- CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase)
- CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti – Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature concorrente nominale 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione
- CEI EN 61000-3-12 (CEI 210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso > 16 A e <= 75 A per fase.
- CEI EN 61000-6-1 (CEI 210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali
- CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

- CEI EN 61000-6-4 (CEI 210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali

Energia solare

- UNI 8477-1 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell’energia raggiante ricevuta
- UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

Sistemi di misura dell’energia elettrica

- CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
- CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparato di misura
- CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2)
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)
- CEI EN 62053-22 (CEI 13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S)
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 62059-31-1 (13-56) Apparat per la misura dell'energia elettrica – Fidatezza Parte 31-1: Prove accelerate di affidabilità -Temperatura ed umidità elevate.

San Severo, Gennaio 2023

STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA

DOTT. ING.
Ing. MEZZINA Antonio
MEZZINA
N° 1604

