

REGIONE TOSCANA

Provincia di Grosseto (GR)

COMUNE DI GROSSETO

PROGETTO DI IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 44,00 MW E POTENZA DI PICCO DI 45,78 MWp

ARCA.LAB.



ARCA.LAB S.R.L.
Largo della Fiera 21 - Venturina Terme (LI)
tel. 0565 855314
mail: info@bernardinieiacovazzi.com
www.bernardinieiacovazzi.com

D.R.E.A.M. ITALIA Soc. Coop. Agr. For.
Via Garibaldi, 3 - Pratovecchio Stia (AR)
tel. 0575 529514
mail: ar@dream-italia.it
www.dream-italia.it

Tuscany Engineering
Via Aldo Rossi 31 - Montecatini Terme (PT)
tel. 0572 74912
mail: info@tsng.it
http://www.tuscanyengineering.com

FIRMA/Signature:

FIRMA/Signature:

FIRMA/Signature:

		28/06/2024	DATA/Date	COMMITTENTE/Purchaser:	LOCALITA'/Place:	COMMESSA/P.o.:		
				SOLEROSELLE S.R.L.	LOCALITA' POGGIONE (GR)	24-AV-001		
		Eseguita	ESECUITA/Carried out	TITOLO/Title: Relazione tecnica generale del progetto definitivo impianto elettrico				
				NOME/Name	DATA/Date	DISEGNO NUMERO/Drawing number		
				DISEGNATO/Drawn	GM	28/06/2024		
				VERIFICATO/Designed	LP	28/06/2024		
				CONTROLLATO/Checked	LP	28/06/2024		
				SCALA/Scale	-			
				Anno	Commessa	Gruppo		
						Tavola		
3	2	1	0	Prima emissione			24-AV-001-E01	0
				MODIFICA/Modified				
				N°				
This document is property of ARCA.LAB srl. Reproduction and divulgation forbidden without written permission.								REV

Sommario

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E AMBIENTALE	2
3	DATI DI PROGETTO.....	3
3.1	Condizioni ambientali di riferimento	3
3.2	Dati generali impianto agrivoltaico	3
3.3	Dati tecnici impianto agrivoltaico	4
4	LEGISLAZIONE IMPIANTI AGRIVOLTAICI E NORME TECNICHE	5
4.1	Leggi e decreti di riferimento	5
4.2	Norme tecniche	7
5	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	10
6	SOTTOSTAZIONE ELETTRICA (SSE)	13
6.1	Caratteristiche elettriche generali	13
6.2	Sezione AT della SSE	14
6.3	Sezioni MT e BT della SSE	15
6.3.1	Quadri MT	15
6.3.2	Sistema di distribuzione Servizi Ausiliari in corrente alternata	17
6.3.3	Sistema dei Servizi Ausiliari in corrente continua.....	19
6.4	Protezione e controllo della stazione elettrica	20
6.4.1	Caratteristiche quadro protezioni, controllo, e allarmi	20
6.4.2	Caratteristiche quadro SCADA ed RTU	21
6.4.3	UPDM (opzionale in accordo alle richieste del gestore).....	21
6.4.4	Caratteristiche unità di controllo stallo AT	22
6.5	Misura fiscale	22
6.6	Gruppo elettrogeno	22
6.7	Impianti tecnologici.....	23
6.8	Rete di terra	24
6.8.1	Rete di terra primaria.....	24
6.8.2	Rete di terra secondaria	24
6.9	Accessori di stazione.....	25
7	POSA DEI CAVI IN TUBI E CANALI – POZZETTI DI DERIVAZIONE	26
8	IMPIANTO DI TERRA E SEZIONE DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE	26
9	CALCOLI E VERIFICHE DI PROGETTO	27
10	TRASPORTO E MONTAGGI IN OPERA.....	29
10.1	Trasporto delle apparecchiature elettriche.....	29
10.2	Montaggi in opera.....	29
11	COLLAUDI	30
12	MESSA IN SERVIZIO.....	33
12.1	Servizi di installazione, messa in servizio e collaudo quadro SCADA.....	33

1 PREMESSA

Il documento illustra il progetto di un impianto agrivoltaico da realizzarsi nel comune di Grosseto in località Poggione (coordinate 42°47'04.5"N 11°08'19.7"E). L'impianto sarà costituito da un numero complessivo di pannelli pari a 64480, da installare su strutture metalliche con un sistema ad inseguimento solare monoassiale Est-Ovest (con asse di rotazione +/- 55° nord-sud azimuth 12° circa). L'impianto avrà una potenza nominale $P_n=44,00$ MW e una potenza di picco $P_p=45,7808$ MWp. Le file dei pannelli avranno un interasse pari a 6m per garantire la coltura e la lavorazione del terreno con macchine agricole. La superficie complessiva dell'intervento risulta pari a circa 62,66Ha. All'interno dell'area sarà realizzata una sottostazione elettrica (SSE) per l'installazione delle apparecchiature di protezione e controllo dell'impianto. In particolare all'interno della SSE sarà installato un trasformatore elevatore da 30 a 132kV. Il collegamento alla Rete Nazionale avverrà in AT (132kV) mediante un elettrodotto interrato fino a raggiungere la cabina primaria denominata Grosseto Nord dove è prevista l'installazione di un nuovo stallo AT da collegare a sbarre esistenti.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E AMBIENTALE

L'area di interesse è situata nel Comune di Grosseto (GR), in località Poggione. Le coordinate geografiche del sito di progetto risultano 42°47'04.5"N 11°08'19.7"E. Dal punto di vista catastale, l'area è individuata al Catasto Terreni del Comune di Grosseto (GR) come riportato nella tabella di seguito:

Provincia	Comune	Foglio	Mappale	Qualità	Classe	Superficie
GR	Grosseto	73	2145	Seminativo Irriguo	U	7 ha
GR	Grosseto	73	2144	Seminativo Irriguo	U	3 ha
GR	Grosseto	73	2293	Seminativo Irriguo	U	6 ha
GR	Grosseto	73	2148	Seminativo Irriguo	U	3 ha
GR	Grosseto	73	2146	Seminativo Irriguo	U	18 ha
GR	Grosseto	73	2141	Seminativo Irriguo	U	22 ha

3 DATI DI PROGETTO

3.1 Condizioni ambientali di riferimento

Altezza sul livello del mare	20 m
Temperatura ambiente	-10 +40°C
Temperatura media	25°C
Umidità relativa	90%
Velocità del vento	30 m/s

Il progetto prevede per le apparecchiature installate all'esterno un tipo di isolamento "normale" (salinità di tenuta di 14 g/l) o "antisale" (56 g/l per il 132-150 kV).

3.2 Dati generali impianto agrivoltaico

Superficie lorda impianto (da recinzione)	626.603 m ²
Superficie strade e canalizzazioni	13.167 m ²
Mascherature	2.552 m ²
Superficie cabine	1.246 m ²
Superficie base palo	0,01517 m ²
Numero di pali	12.400 m ²
Superficie agricola ante impianto	613.436 m ²
Superficie agricola post impianto	609.450 m ²
Superficie coperta dai pannelli	200.298 m ²

3.3 Dati tecnici impianto agrivoltaico

Codice rintracciabilità e-distribuzione	384840665
Numero moduli fotovoltaici	64.480
Potenza nominale singolo modulo fotovoltaico	710 Wp
Potenza di picco generatore fotovoltaico	45.780,80 kWp
Numero inverter	10
Potenza nominale singolo inverter	4.400 kW
Potenza nominale impianto agrivoltaico	4.400,00 kW
Potenza autorizzata STMG	4.400,00 kW
Previsione producibilità annua impianto agrivoltaico	75.723,986 MWh

4 LEGISLAZIONE IMPIANTI AGRIVOLTAICI E NORME TECNICHE

4.1 Leggi e decreti di riferimento

Come definito dal decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 1991 (di seguito anche decreto legislativo n. 199/2021) di recepimento della direttiva RED II, l'Italia si pone come obiettivo quello di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, al fine di raggiungere gli obiettivi europei al 2030 e al 2050.

L'obiettivo suddetto è perseguito in coerenza con le indicazioni del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e tenendo conto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

In tale ambito, risulta di particolare importanza individuare percorsi sostenibili per la realizzazione delle infrastrutture energetiche necessarie, che consentano di coniugare l'esigenza di rispetto dell'ambiente e del territorio con quella di raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.

Fra i diversi punti da affrontare vi è certamente quello dell'integrazione degli impianti a fonti rinnovabili, in particolare fotovoltaici, realizzati su suolo agricolo.

Una delle soluzioni emergenti è quella di realizzare impianti c.d. "agrivoltaici", ovvero impianti fotovoltaici che consentano di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.

A riguardo, è stata anche prevista, nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, una specifica misura, con l'obiettivo di sperimentare le modalità più avanzate di realizzazione di tale tipologia di impianti e monitorarne gli effetti.

Il tema è rilevante e merita di essere affrontato in via generale, anche guardando al processo di individuazione delle c.d. "aree idonee" all'installazione degli impianti a fonti rinnovabili, previsto dal decreto legislativo n. 199 del 2021 e, dunque, ai diversi livelli possibili di realizzazione di impianti fotovoltaici in area agricola, ivi inclusa quella prevista dal PNRR. In tutti i casi, gli impianti agrivoltaici costituiscono possibili soluzioni virtuose e migliorative rispetto alla realizzazione di impianti fotovoltaici standard.

In tale quadro, è stato elaborato e condiviso un documento, prodotto nell'ambito di un gruppo di lavoro coordinato dal MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA - DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA, e composto da:

CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria;

GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A.;

ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile;

RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A.

Il documento prodotto ha lo scopo di chiarire quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati, che possono accedere agli incentivi PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici, che possono comunque garantire un'interazione più sostenibile fra produzione energetica e produzione agricola.

Si precisa che gli impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, come i sistemi fotovoltaici, ai sensi dell'art. 12, comma 7, D.Lgs. 387/2003, possono essere installati anche in aree classificate agricole dai vigenti strumenti urbanistici senza le necessarie procedure di variante allo strumento urbanistico comunale. L'energia prodotta dall'impianto sarà ceduta alla rete elettrica di distribuzione, secondo le condizioni definite dall'Autorità per l'Energia Elettrica per cui si potrà accedere alle tariffe incentivanti previste dal Decreto Ministeriale di cui sopra.

L'impianto fotovoltaico è destinato a produrre energia elettrica in parallelo alla rete di distribuzione di media tensione in corrente alternata. Essendo l'impianto di taglia superiore ai 20 kWp, si prevede, secondo la Delibera dell'AEEG n. 34/05 "Modalità e condizioni economiche per il ritiro dell'energia elettrica di cui all'articolo 13, commi 3 e 4 del Decreto Legislativo 29 Dicembre 2003, n°387, e al comma 41 della legge 23 Agosto 2004, n° 239", il ritiro dell'energia prodotta dall'impianto.

In generale l'applicazione della tecnologia agrivoltaica consente: la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti (un impianto fotovoltaico non genera onde elettromagnetiche dovute a correnti alternate di alta intensità poiché l'impianto genera corrente continua che non dà origine a campi elettromagnetici), il risparmio di combustibile fossile, l'assenza di inquinamento acustico e soluzioni di progettazione compatibili con la tutela ambientale e di impatto visivo.

4.2 Norme tecniche

Le opere e le installazioni relative all'impianto in oggetto al presente progetto, devono essere eseguite a regola d'arte in conformità alle Norme applicabili CEI, IEC, UNI, ISO vigenti, anche se non espressamente richiamate nel seguito.

Le principali normative e leggi di riferimento per la progettazione dell'impianto fotovoltaico sono le seguenti:

CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia elettrica.

CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore ad 1kV in corrente alternata.

CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche esterne

CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione 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 11-27: Lavori su impianti elettrici

CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente

CEI 11-60: Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne

CEI 11-63: Cabine Primarie

CEI 17-1 Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000 V.

CEI 17-6 Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 a 52 kV.

CEI 17-11 Apparecchiatura a bassa tensione - Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili.

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 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

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 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini.

CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

CEI 81-4: Valutazione del rischio dovuto al fulmine.

CEI 99-2: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata - Prescrizioni comuni"

CEI 99-3: Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a."

CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete.

CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase).

CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti d'alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione.

CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.

CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP).

CEI EN 60099-1-2: Scaricatori.

CEI EN 60383-1: Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V. Parte 1: Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata. Definizioni, metodi di prova e criteri di accettazione

CEI EN 61284: Linee aeree. Prescrizioni e prove per la morsetteria

CEI EN 50110-1-2: Esercizio degli impianti elettrici

CEI EN 50588-1 e CEI EN 50629, rispettivamente per i trasformatori definiti di media potenza e per quelli di grande potenza

UNI 10349: Riscaldamento e rinfrescamento degli edifici. Dati climatici

UNI 8477-1: Calcoli degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta

CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati

IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems

Regolamento di "Ecodesign" N. 148/2014 per i trasformatori di potenza

DPR 547/1955 e L. 626/1994 per la sicurezza e prevenzione infortuni sul lavoro

DM 37 del 22/01/2008, degli articoli 8-14-16 della Legge 46/90, DPR 447/1991 (regolamento attuazione L. 46/1990) per la sicurezza elettrica

L'elenco normativo è riportato soltanto a titolo di promemoria informativo; esso non è esaustivo per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, vanno comunque applicate.

Le opere e installazioni saranno eseguite a regola d'arte in conformità alle Norme applicabili CEI, IEC, UNI, ISO vigenti, anche se non espressamente richiamate nel seguito.

Infine, qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicano le norme più recenti.

5 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

In relazione alle linee guida 2022 (in accordo alla nuova CEI PAS 82-93) l'impianto sarà del tipo:

Impianto agrivoltaico avanzato: impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:

- adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;
- prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Per massimizzare la produzione, i moduli fotovoltaici saranno tenuti in posizione ed orientamento da idonee strutture in acciaio zincato a caldo che, attraverso servomeccanismi, consentiranno "l'inseguimento" del sole durante tutto il suo percorso nella volta del cielo. Si tratta di sistemi ad inseguimento mono-assiale (trackers), cosiddetto di rollo; tale tipologia di inseguitore, che effettua una rotazione massima di +/-55°, risulta particolarmente adatto per i Paesi come l'Italia caratterizzati da basse latitudini, poiché in essi il percorso apparente del sole è più ampio. Per evitare il problema degli ombreggiamenti reciproci che con file di questi inseguitori si verificherebbero all'alba e al tramonto, si farà ricorso alla tecnica del backtracking: i moduli seguiranno il movimento del Sole solo nelle ore centrali del giorno, invertendo il movimento a ridosso dell'alba e del tramonto, quando raggiungono un allineamento perfettamente orizzontale. L'incremento nella produzione di energia offerto tali inseguitori si aggira intorno al 15%. Le strutture saranno ancorate a pali infissi nel terreno.

Saranno ricavati dei percorsi interni al terreno di installazione per permettere la circolazione dei mezzi agricoli e dei mezzi per la manutenzione e pulizia dell'impianto.

La struttura meccanica degli inseguitori sarà realizzata appositamente per accogliere i moduli fotovoltaici con le caratteristiche di tenuta al vento necessarie per la zona d'installazione.

Lo spazio tra i pannelli che permetterà di limitare gli ombreggiamenti e permettere la coltura sarà di almeno 6m misurati dal centro delle strutture.



L'impianto sarà suddiviso su n.10 Stazioni di conversione (chiamate anche Power Station) atte alla conversione dell'energia elettrica da CC a CA e l'innalzamento della tensione a 30kV. Ogni Power Station ha una potenza nominale di 4400kVA ed è composta da un convertitore statico CC/CA (inverter), un trasformatore BT/MT da 0,66/30 kV e celle di MT per la protezione del trasformatore e l'entra-esce della linea principale.

A ogni Power Station saranno collegati n.16 quadri di raccolta stringhe denominati QS; 8 di questi raccoglieranno n.16 stringhe, gli altri 8 raccoglieranno n.15 stringhe, per un totale di 240 stringhe collegate. Ogni stringa è composta da n.26 moduli fotovoltaici in serie, quindi ad ogni Power Station saranno collegati un totale di 6240 moduli.

I componenti dell'impianto, come i quadri di stringa in corrente continua, saranno posizionati direttamente alle strutture di sostegno dei pannelli.

Le Power Station saranno collegate a una sottostazione elettrica (SSE) da realizzare all'interno dell'area utile del terreno. Gli impianti e le opere da eseguire che costituiranno la SSE sono quelle di seguito riportati:

- Realizzazione della nuova stazione elettrica di utenza MT/AT, al cui interno è prevista l'installazione di un montante di trasformazione 30/132 kV, un sistema sbarre ed uno stallo AT di linea per il collegamento alla RTN oltre ad uno stallo disponibile per future utenze, l'installazione delle apparecchiature elettriche AT ed MT, e la realizzazione di fabbricati (edificio utente);
- Realizzazione del sistema dei servizi ausiliari in c.a. e c.c. per le alimentazioni in bassa tensione degli apparati e delle apparecchiature elettriche della stazione elettrica.
- Realizzazione del sistema supervisione e controllo, protezione, comando e comunicazione, e misura fiscale della stazione elettrica di utenza.

- Realizzazione degli impianti tecnologici interni alla stazione elettrica di utenza quali: rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche del piazzale, impianto di adduzione di acqua potabile, impianti elettrici e termici all'interno del fabbricato, impianti di allarme antintrusione e videosorveglianza, impianto antincendio.

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza nominale di $P_n=44\text{MW}$ e una potenza di picco di $P_p=45,7808\text{MWp}$. Sarà allacciato alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) mediante un collegamento in cavo a 132 kV, tra la sottostazione elettrica di utenza (SSE) e la cabina primaria denominata "Grosseto Nord".

6 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA (SSE)

6.1 Caratteristiche elettriche generali

L'impianto può essere suddiviso in due diverse sezioni, in relazione al livello di tensione che le caratterizza:

Sezione AT

Tensione nominale	132 kV
Tensione massima	145 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Livello di isolamento:	
Tensione nominale di tenuta:	
• frequenza industriale (50Hz/60s)	275 kV efficace
• impulso atmosferico (1.2/50µs)	650 kV picco
Correnti termiche nominali:	
• Stallo linea	1250 A (2000 A)
Corrente ammissibile di breve durata:	
• valore efficace	31.5 kA
• valore di cresta	80 kA
Durata nominale di cortocircuito	1 s

Sezione MT

Tensione nominale	30 kV
Tensione massima	36 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Livello di isolamento:	
Tensione nominale di tenuta a	
• frequenza industriale (50Hz/60s)	70 kV efficace
• impulso atmosferico (1.2/50µs)	170 kV picco
Corrente nominale delle sbarre principali	630 A
Corrente nominale max. delle derivazioni	630 A
Corrente ammissibile di breve durata:	

- valore efficace 16 kA
- valore di cresta 31,5 kA
- Durata nominale di cortocircuito 1 s

6.2 Sezione AT della SSE

Il layout relativo al piazzale di alta tensione della stazione elettrica prevede un montante TR 30/132 kV-linea AT per il collegamento con lo stallo a 132 kV della cabina primaria denominata "Grosseto Nord".

Le apparecchiature AT costituenti il montante TR, saranno del tipo per esterno quali:

- n.1 trasformatore trifase di potenza 132/30 kV, 40/50 MVA, ONAN/ONAF gruppo vettoriale YNd11, provvisto di commutatore sotto carico lato AT, con neutro accessibili ad isolamento pieno.
- n.1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco completi di conta scariche.
- n.1 terna di trasformatori di tensione induttivi (TVI) per misure di protezione e misure fiscali.
- n.1 terna di trasformatori di corrente (TA) per misure fiscali e protezioni.
- n.1 interruttore AT a comando tripolare.
- n.1 sezionatore orizzontale AT con lame di messa a terra.
- n.1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco completi di conta scariche.
- n.1 terna di terminale cavi AT.

Completano il sistema i supporti per sbarre AT completi di isolatori reggi sbarre a 132 kV.

I cavi in Alta Tensione di progetto sono di tipo ARE4H1H5E con isolamento in XLPE e conduttore in alluminio di sezione pari a 400 mm².

In funzione della presenza di giunzioni unipolari e della modalità di collegamento degli schermi dei cavi AT può essere richiesto l'impiego del collegamento di terra equipotenziale, pertanto, parallelamente ai cavi AT dovrà essere posato un cavo unipolare in rame (cavo BT) della sezione di 240 mm² per il collegamento in parallelo delle terre dei terminali al fine di evitare sovratensioni sulle guaine dei cavi AT oltre ad una riduzione dei valori di tensione di passo e di contatto grazie all'effetto drenante della corda di interconnessione tra le stazioni Terna ed Utente.

6.3 Sezioni MT e BT della SSE

Nell'area di trasformazione sarà presente un edificio di controllo a pianta rettangolare al cui interno verranno installati i quadri di distribuzione in media tensione, i sistemi di distribuzione per i servizi ausiliari sia in corrente continua che in corrente alternata ed i dispositivi per controlli e misure, nonché tutti i sistemi di gestione e conduzione della stazione elettrica.

6.3.1 Quadri MT

La sezione in MT all'interno dell'edificio è esercita a 30 kV si compone di:

- n. 3 scomparti per arrivo linee MT dal parco fotovoltaico,
- n. 1 scomparti di partenza verso il trasformatore MT/AT e misure TV
- n. 1 scomparto partenza trasformatore servizi ausiliari

Tutti gli scomparti in media tensione sono isolati in SF6 e sono dotati di interruttore, sezionatore con lame di terra e TA di misura/protezione, e TO per le protezioni direzionali.

Il TV di misura/protezione viene montato all'interno della cella di partenza verso il TR direttamente sulle sbarre MT.

Il quadro MT, isolato in SF6, avrà le seguenti caratteristiche elettriche principali:

- Esecuzione trifase
- Tensione nominale 36 kV
- Frequenza 50 Hz
- Corrente nominale sbarre 1250 A
- Corrente nominale massima delle derivazioni (arrivo impianto) 630 A
- Corrente nominale massima delle derivazioni (partenza trasformatore) 630 A
- Corrente nominale ammissibile di breve durata 16 kA
- Corrente nominale di picco 31,5 kA
- Durata nominale del corto circuito 1 s

3 moduli arrivo impianto completo di:

- Interruttore motorizzato, in vuoto o isolamento equivalente, $I_n = 630$ A;
- Sezionatore motorizzato, isolato in SF6, con lame di terra a monte dell'interruttore, $I_n = 630$ A;
- n. 3 TA a due avvolgimenti secondari 300/5-5 A – 10VA/0.2 (UTF) – 20VA/5P20 (Protezione)
- relè a microprocessore per le protezioni massima corrente 50-51-50N-51N-67-67N-27-50BF, con le misure di A, V, W, VAR, $\cos\phi$, frequenza;
- n. 1 TO 100 A/1 A – 2 VA/5P20;
- indicatori di presenza di tensione.

1 modulo partenza trasformatore di potenza MT/AT, ciascuno equipaggiato da:

- interruttore motorizzato, in vuoto o isolamento equivalente, $I_n = 1250$ A;
- sezionatore manuale, isolato in SF6 o isolamento equivalente, con lame di terra a monte dell'interruttore, $I_n = 1250$ A;
- relè a microprocessore per le protezioni 27-59-59N-50-51-51N, 81<, 81>, misure di A, V, W, VAR, $\cos\phi$, frequenza;
- n. 3 TA a due avvolgimenti secondari 1250 A/5-5 A – 10 VA/0.2 – 20 VA/5P20;
- n. 1 TO 100 A/1 A – 2 VA/5P20
- indicatori di presenza tensione.
- n. 3 TV a 3 avvolgimenti secondari 30000: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ /100:3 - 10VA/0.2– 10VA/3P – 50VA/3P.

1 modulo protezione trasformatore SA completo di:

- interruttore motorizzato, in vuoto o isolamento equivalente, $I_n = 250$ A;
- sezionatore manuale, isolato in SF6 o isolamento equivalente, con lame di terra a monte dell'interruttore, $I_n = 630$ A;
- relè a microprocessore per le protezioni 50-51-51N, misure di A, V, W, VAR, $\cos\phi$, frequenza;
- n. 3 TA ad uno avvolgimento secondario 150 A/1 A – 10 VA/5P20;
- n. 1 TO 100 A/1 A – 2 VA/5P20;
- indicatori di presenza tensione.

6.3.2 Sistema di distribuzione Servizi Ausiliari in corrente alternata

6.3.2.1 Sistema di distribuzione in corrente alternata

Il sistema di distribuzione in corrente alternata sarà costituito da:

- n. 1 trasformatore di distribuzione, 100 kVA, 30/0.42 kV, in olio minerale;
- n. 1 quadro di distribuzione 400/230 V;
- n. 1 gruppo elettrogeno da 25 kVA.

I carichi alimentati saranno i seguenti:

- prese f.m. interne ed esterne;
- alimentazione motore variatore sotto carico trasformatore AT/MT;
- alimentazione motori e comandi apparecchiature AT;
- illuminazione interna ed esterna;
- alimentazione servizi ausiliari e motori quadro MT
- resistenze anticondensa quadri;
- raddrizzatore;

6.3.2.2 Caratteristiche del trasformatore di distribuzione

Il trasformatore MT/BT, per l'alimentazione dei servizi ausiliari, avrà le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale 100 kVA
- Rapporto nominale $30 \pm 2 \times 2.5\% / 0.42 \text{ kV}$
- Tensione di c.to c.to 4%
- Collegamento Dyn11
- Numero avvolgimenti 2
- Isolamento olio minerale
- Raffreddamento naturale in aria
- Esecuzione a giorno per interno

6.3.2.3 *Caratteristiche e composizione del quadro BT in corrente alternata*

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, con struttura autoportante, a fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte.

- Tensione esercizio 400/230 V
- Tensione di isolamento 690 V
- Corrente nominale 160 A
- Corrente c.to c.to <10 kA
- Grado di protezione interno IP30
- Grado di protezione esterno IP54

Il quadro sarà completo da:

- n. 1 arrivo con interruttore quadripolare, scatolato, estraibile, protezione magnetotermica, contatti ausiliari segnalazione scatto;
- arrivo equipaggiato con un gruppo di misura costituito da voltmetro e amperometro;
- interruttori modulari bipolari-quadripolari, protezione magnetotermica, contatto ausiliario di segnalazione posizione, alcuni interruttori saranno con blocco differenziale 30-300 mA;
- n. 1 relè minima tensione;
- n. 1 TA di classe 0.5;
- n. 1 misuratore fiscale di classe 0,5-2

6.3.3 *Sistema dei Servizi Ausiliari in corrente continua*

Il sistema dei servizi ausiliari in corrente continua sarà costituito da:

- n. 1 raddrizzatore carica batteria a due rami
- n. 1 inverter con by-pass completo di distribuzione 230 V CA (utenze privilegiate)
- n. 1 batteria di accumulatori al piombo tipo ermetico
- n. 1 quadro di distribuzione 110 V c.c.

I carichi alimentati saranno i seguenti:

- motori interruttori e sezionatore AT;
- segnalazione, comandi, allarmi dei quadri protezione, comando e controllo.

6.3.3.1 *Caratteristiche e composizione quadro distribuzione in corrente continua*

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte, avente le seguenti caratteristiche principali:

- Tensione esercizio 110 V \pm 10%
- Corrente nominale 160 A
- Corrente c.to c.to 10 kA
- Forma 2
- Grado protezione IP30

Il quadro sarà composto da:

- n. 1 arrivo con sezionatore sottocarico 2x160 A
- n. 1 relè minima tensione
- n. 1 relè polo a terra
- voltmetro e amperometro
- interruttori modulari bipolari, protezione magnetotermica, contatto ausiliario di segnalazione posizione.

6.4 Protezione e controllo della stazione elettrica

A seguire la descrizione del sistema di supervisione, controllo e protezioni della stazione di trasformazione 30/132 kV.

I calcoli e le descrizioni di dimensionamento e coordinamento delle protezioni saranno contenuti in appositi documenti redatti dall'Appaltatore delle opere elettromeccaniche.

La stazione elettrica non è presidiata, di conseguenza, il sistema di protezione e controllo deve garantire affidabilità e continuità di esercizio, contribuendo all'obiettivo complessivo di massimizzare la produzione dell'impianto.

6.4.1 Caratteristiche quadro protezioni, controllo, e allarmi

Il sistema svolge principalmente i seguenti compiti:

- assicura le funzioni di protezione dai guasti elettrici;
- supporta le attività di esercizio, sia locali che remote;
- acquisisce dati utili per l'esercizio, la manutenzione, la diagnostica.

Il sistema di telecontrollo nella sottostazione elettrica è costituito essenzialmente da un armadio in lamiera verniciata con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte, contenente:

- una unità di controllo, ossia PLC o RTU che svolge la funzione di concentrazione dati per il controllo e supervisione dell'impianto;
- uno o più rack periferici composti da schede di I/O digitali ed analogici;
- apparati di alimentazione e protezione dei circuiti previsti alle diverse tensioni di alimentazione (tipicamente 110 V CC e 230 V CA);
- linee in cavo e/o fibra ottica per la comunicazione con i dispositivi a microprocessore (protezioni elettriche, regolatori di tensione, etc.);
- apparati di rete (LAN switch, Star-coupler ottici, media-converter, patch cords ethernet, etc.).

La comunicazione avviene attraverso una rete Ethernet con velocità di trasferimento fino a 100 MB/s. Il protocollo impiegato, specificatamente sviluppato per applicazioni di controllo di reti e stazioni elettriche, deve essere conforme alla norma internazionale EN60870-5-104.

L'accesso da remoto avviene attraverso connettività Internet ed un WebServer integrato sul PC di supervisione.

6.4.2 Caratteristiche quadro SCADA ed RTU

Il sistema SCADA di supervisione e controllo della stazione elettrica di trasformazione si compone di un sistema di monitoraggio che si interfacerà ai relè di protezione (predisposti sulle sezioni AT e sulle sezioni MT), visualizzando misure, stati ed eventi ed attuando i comandi manovra limitatamente a quanto esposto dai relè stessi tramite protocollo IEC61850.

Il sistema RTU deve rispondere alle specifiche Terna S.p.A. Le caratteristiche degli apparati periferici RTU devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti e possono variare in funzione della rilevanza dell'impianto:

- L'apparato RTU dovrà essere equipaggiato con CPU ridondate;
- Considerando che il Committente deve potere connettere l'apparato RTU anche ai propri sistemi, il firmware in esso installato dovrà poter gestire le connessioni multiple (multisessione IEC104): quelle del Committente e quelle dedicate ai sistemi Terna, con separazione logica dei dati e dei relativi identificatori IEC 60870-5-104.
- Se l'apparato RTU è predisposto per gestire il riconoscimento del centro chiamante (master IEC104) attraverso l'indirizzo IP dello stesso, si richiede che ogni sessione dovrà poter gestire almeno 4 indirizzi IP da utilizzare alternativamente in funzione del centro Terna chiamante.

La RTU dovrà svolgere i seguenti compiti:

- Interrogazione delle protezioni della stazione per l'acquisizione di segnali e misure attraverso le linee di comunicazione;
- comando della sezione AT e MT della stazione;
- acquisizione di segnali generali di tutta la rete elettrica;
- trasmettere a Terna S.p.A i dati richiesti dal Regolamento di Esercizio, secondo i criteri e le specifiche dei documenti Terna. La fornitura dei collegamenti fisici CDN e Frame relay è di competenza del Committente.

6.4.3 UPDM (opzionale in accordo alle richieste del gestore)

Nell'ambito del Piano di difesa del sistema elettrico di Terna sono previsti sistemi di difesa ad azione correttiva che attuano azioni di distacco, a fronte di eventi predefiniti, o modulazione della produzione. A tal fine, presso la stazione elettrica, deve essere predisposto un apparato periferico di difesa e monitoraggio (UPDM) avente la funzione di acquisire misure ed altre informazioni ausiliarie e di attuare comandi di distacco o di modulazione della produzione, a seguito della ricezione di un messaggio proveniente da altri apparati periferici di teleseccato o dal sistema centrale di difesa di Terna.

Gli apparati UPDM devono essere in grado di scambiare direttamente i messaggi di scatto solo attraverso router con specifici requisiti, senza interposizione di altri apparati o di dispositivi di conversione del protocollo.

6.4.4 Caratteristiche unità di controllo stallo AT

Lo stallo AT dovrà essere gestito e protetto da un unico componente dotato di doppia CPU in grado di assicurare sia le funzioni di protezione elettrica che quelle di controllo dello stato AT, assicurando la sopravvivenza di una delle due funzioni in caso di guasto hardware.

L'apparato dovrà essere predisposto per acquisire tracciati oscillografici, qualora richiesti da Terna, ad alta risoluzione con campionamento e caratteristiche conformemente alle prescrizioni.

6.5 Misura fiscale

I contatori utilizzati per la misura saranno ubicati all'interno di un quadro in poliestere, di tipo singolo o multiplo, alloggiato all'interno del box misure.

Saranno previsti punti di misura fiscale per ogni linea in media tensione in arrivo dagli impianti di produzione (n° 3), sul punto di scambio in alta tensione, e sui servizi ausiliari di stazione. Tutti i contatori di misura dovranno avere classe di precisione C, per la misura dell'energia attiva, secondo la direttiva MID 2014/32/UE.

Il contatore di misura in AT è costituito da un contatore statico multifunzione, e dovrà avere le seguenti caratteristiche principali:

- misura dell'energia attiva in due direzioni e reattiva in quattro quadranti;
- classe di precisione energia attiva 0.2;
- dispositivo emettitore d'impulsi per energia attiva e reattiva.

Tutti i misuratori presenti nei punti di misura dovranno essere teleleggibili da remoto.

6.6 Gruppo elettrogeno

Sarà previsto l'utilizzo di un gruppo elettrogeno ubicato all'esterno dell'edificio di controllo, installato su apposita piazzola in c.a., avente le seguenti caratteristiche: 400V - 50 Hz - 25 kVA, con serbatoio di gasolio incorporato dotato di base in lamiera zincata con traversi per la movimentazione forcolabili dai quattro lati, dotato di idonea cofanatura insonorizzata per installazione all'aperto.

Il gruppo sarà destinato ad alimentare le utenze BT, nel caso di mancanza di tensione da parte del trasformatore dei servizi ausiliari. Lo schema di inserzione prevede un quadro di scambio.

6.7 Impianti tecnologici

Saranno previsti i seguenti impianti BT, da realizzare secondo le norme di riferimento CEI e UNI, verranno, inoltre, impiegate apparecchiature e materiali provvisti di certificazione IMQ o di marchio Europeo internazionale equivalente:

- illuminazione esterna ordinaria e straordinaria composto da: lampade a LED da 200 W, da installare su paline in vetroresina H=9 m (8 m fuori terra)..
- illuminazione ordinaria interna ai locali realizzata con armature stagne in policarbonato, con sorgente led da 50 W, montate a soffitto;
- illuminazione ordinaria esterna ai locali da realizzare con armature stagne in policarbonato, con led da 50 W, montate a parete con grado di protezione IP65;
- illuminazione di emergenza interna ai locali sarà realizzata con armature stagne in policarbonato, con sorgente led da 8 W, montate a soffitto o a parete, e gruppo di emergenza autoalimentate;
- impianto forza motrice con prese 2P+T da 10 e 16 A, prese 2P+T da 16 A di tipo interbloccato, presa a schuko 16 A, prese a schuko e prese 2P+T 10°, prese CEE 2P+T e CEE 3P+T con interruttore di blocco con interruttore di blocco;
- impianti dati con prese RJ45;
- impianto di rilevamento e segnalazione incendi interno all'edificio realizzato con rilevatori di fumo e pulsante di allarme incendi i quali saranno collegati alla centrale di rilevazione incendi;
- impianto di antintrusione interno all'edificio dotato di contatto di allarme su tutte le aperture per segnalare l'avvenuta intrusione e sensori di movimento-volumetrico. I contatti e i sensori saranno collegati ad una centralina a microprocessore. La centrale, oltre ad avere tutte le segnalazioni sul pannello di controllo e comando, dovrà permettere l'invio in uscita (al sistema di telecontrollo) dei seguenti segnali di allarme ed avvenuto intervento nonché di anomalia dell'impianto;
- impianto di condizionamento con unità indipendenti per i locali BT ed Misure.

Gli impianti elettrici saranno di norma tutti "a vista", cioè con apparecchiature, corpi illuminanti, tubazioni e canaline per i conduttori e scatole di derivazione del tipo "a parete".

L'alimentazione elettrica degli impianti tecnologici sarà derivata da interruttori automatici magnetotermici differenziali (secondo norme CEI EN 61009-1).

Il sistema di distribuzione BT 230 V e 400 V c.a. adottato sarà tipo TN-S previsto dalle norme CEI 64-8. Tutti gli impianti elettrici saranno completi di adeguato impianto di protezione.

Gli impianti elettrici avranno di norma il grado di protezione IP40 secondo norme CEI EN 60529. In alcuni locali particolari quali gruppo elettrogeno gli impianti saranno realizzati in conformità alle prescrizioni delle norme 64-8 conseguente grado di protezione.

Ogni impianto (luce, FM, antintrusione, rilevazione incendi, telefonico, ecc.) sarà provvisto di distinte vie cavi.

Le canaline e le tubazioni saranno in materiale isolante (PVC non plastificato) e con sezione utile pari almeno al doppio della sezione complessiva dei conduttori contenuti.

6.8 Rete di terra

L'impianto di terra della sottostazione sarà costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame nudo.

Il lato di maglia è scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1.

Nei punti sottoposti ad un maggior gradiente di potenziale (portali, TA, TV, scaricatori) le dimensioni delle maglie devono essere opportunamente ridotte. Le apparecchiature e le strutture metalliche di sostegno devono essere connesse all'impianto di terra mediante opportuni conduttori in rame nudo.

6.8.1 Rete di terra primaria

La rete di terra primaria è il dispersore interrato a maglia ed è costituita da:

- conduttori in corda di rame nudo di diametro 10,5 mm (sezione 63 mm²) interrati ad una profondità di circa 0,70 m dal piano di calpestio;
- conduttori in corda di rame nudo di diametro 14,7 mm (sezione 125 mm²) che collegano al dispersore le strutture metalliche;
- morsetti a compressione in rame per realizzare le giunzioni tra i conduttori costituenti la maglia di dispersione e tra questi ultimi e i conduttori di terra.

La messa a terra degli edifici sarà realizzata mediante un anello perimetrale di corda di rame da 125 mm² dal quale partono le cime emergenti che saranno portate nei vari locali. Alla rete di terra saranno collegati anche i ferri di armatura dell'edificio, delle fondazioni, dei portali, dei cunicoli, quando questi sono gettati in opera.

6.8.2 Rete di terra secondaria

La rete di terra secondaria è la parte esposta ed è costituita da:

- sagomature delle cime emergenti dalla magliatura interrata, di sezione 125 mm².
- capicorda a compressione diritti per le cime emergenti, in rame stagnato, per il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche, con bullone in acciaio zincato
- ponti, costituiti da spezzoni di corda di rame nudo 63 mm², per la messa a terra dei trasformatori di corrente, trasformatori di tensione e sezionatori alla struttura metallica di supporto.
- corda di rame isolata 125 mm² per la connessione a terra degli scaricatori A.T. e M.T. e del neutro dei trasformatori di potenza;

I materiali per l'impianto di terra interno all'edificio di Sottostazione saranno costituiti da:

- collettori a parete in barra di rame nudo
- piatto di rame 30x4 mm e conduttori in rame nudo 16, 63, 125 mm² e relativi capicorda a compressione per la messa a terra dei quadri, dell'intelaiatura delle porte, finestre, ecc.
- ponti costituiti da spezzoni di corda di rame nudo 63 mm², per la messa a terra dei trasformatori di corrente, trasformatori di tensione e sezionatori alla struttura metallica di supporto ecc..
- corda di rame isolata 125 mm² per la connessione degli scaricatori AT ai propri contascariche.

6.9 Accessori di stazione

Saranno forniti in dotazione alla strumentazione di stazione i seguenti accessori:

- cartelli per la segnalazione di pericolo e identificazione apparecchiature;
- n. 1 tappeto isolante 30 kV;
- n. 1 estintore carrellato da 50 kg classe A-B1-C in polvere;
- n. 4 estintori portatili da 5 kg classe 113B - CO₂;
- n. 1 estintore portatili da 6 kg classe 21A - 113B - C in polvere.

7 POSA DEI CAVI IN TUBI E CANALI – POZZETTI DI DERIVAZIONE

I conduttori saranno sempre protetti meccanicamente mediante tubi protettivi, tegoli o ricoperti da strati di calcestruzzo a seconda delle esigenze.

La posa dei conduttori dovrà essere eseguita rispettando le norme di buona tecnica.

I tubi protettivi in materiale isolante autoestinguente saranno del tipo a doppia parete in HDPE di colore rosso resistenti allo schiacciamento (450N) e, dopo essere stati interrati, verranno rinfiancati con sabbia naturale.

La scelta del diametro interno dei tubi è stata fatta tenendo conto che esso dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti, con un minimo di 20 mm: in ogni caso i cavi posati nei tubi dovranno risultare sempre sfilabili e reinfilabili.

Il percorso dei tubi sarà per quanto possibile realizzato con andamento rettilineo orizzontale, verticale o parallelo alle strutture di supporto dell'impianto fotovoltaico: ad ogni brusca deviazione resa necessaria dal percorso dei cavi, e ad ogni derivazione dalla linea principale a quella secondaria saranno essere utilizzati cassette di derivazione o dei pozzetti, resosi necessari anche al fine di future ispezioni (le dimensioni di progetto sono di cm 30x30x31, 80x80x80).

Le giunzioni dei conduttori saranno sempre eseguite negli appositi quadri o cassette di derivazione mediante opportuni morsetti o connettori, mentre non sono ammesse giunzioni nastrate ed il coperchio delle cassette sarà apribile solo con idoneo attrezzo: si dovrà provvedere in ogni punto di giunzione a mantenere una lunghezza in eccesso su ogni singolo cavo al fine di permettere il rifacimento dei terminali in caso di necessità.

Data l'esistenza, nello stesso scavo interrato o locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi (cavi d'energia insieme a cavi di comunicazione o circuiti di bassa con circuiti di media tensione), questi saranno protetti da tubi diversi o da canali con setti separatori.

8 IMPIANTO DI TERRA E SEZIONE DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Il sistema di terra comprende la maglia ed i collegamenti equipotenziali per la protezione dai contatti indiretti.

L'impianto di terra consiste principalmente di una linea dorsale corrente lungo l'impianto fotovoltaico in corda nuda di rame di sezione 35 mm², a cui vengono collegati i picchetti dispersori a croce in acciaio zincato da 1,5 m.

Le strutture di supporto dei moduli sono rese equipotenziali mediante collegamento tramite tratti di cavo da 16 mm² corredati di capicorda alle estremità. La struttura in alluminio più vicina alla dorsale di terra che corre lungo l'impianto verrà infine messa a terra mediante cavo di rame da 16 mm² con guaina giallo/verde.

Infine, anche gli inverter verranno messi a terra mediante cavo di rame di sezione opportuno, in modo da verificare la normativa.

I conduttori di protezione, in relazione ai conduttori di fase, saranno dimensionati secondo la seguente tabella:

Sezione dei conduttori di fase S [mmq]	Sezione minima dei conduttori di protezione Sp [mmq]
S ≤ 16	Sp = S
16 < S ≤ 35	Sp = 16
S > 35	Sp = S/2

9 CALCOLI E VERIFICHE DI PROGETTO

Per i calcoli e le verifiche di progetto occorre verificare che in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici risultino essere verificate le seguenti disuguaglianze, per quanto riguardano le tensioni:

$$V_{mppt \min} \geq V_{inv \text{ MPPT } \min}$$

$$V_{mppt \max} \leq V_{inv \text{ MPPT } \max}$$

$$V_{oc \max} < V_{inv \max}$$

Mentre per quanto riguarda la compatibilità in termini di corrente tra l'inverter ed il relativo campo deve valere la relazione: $I_{\text{campo } \max} \leq I_{\text{inv } \max}$

Nelle quali $V_{inv \text{ MPPT } \min}$ e $V_{inv \text{ MPPT } \max}$ rappresentano, rispettivamente, i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di massima potenza, mentre la $V_{inv \max}$ è il valore massimo di tensione c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter; $I_{\max \text{ FV}}$ ed $I_{\max \text{ MPP}}$ rappresentano rispettivamente la corrente nelle condizioni di massima potenza delle stringhe collegate al singolo MPPT e la massima corrente ammissibile per l'MPPT dell'inverter.

Considerando una variazione percentuale della tensione di circuito aperto di ogni modulo, ed i limiti di temperatura estremi pari a 0°C e +75°C, V_m e V_{oc} assumono valori differenti rispetto a quelli misurati a STC (25°C).

In tutti i casi le disuguaglianze risultano rispettate e pertanto si può concludere che vi è compatibilità tra le stringhe di moduli fotovoltaici ed il tipo di inverter adottati.

10 TRASPORTO E MONTAGGI IN OPERA

10.1 Trasporto delle apparecchiature elettriche

Il trasporto franco destino, e l'imballaggio delle singole parti della fornitura per la loro spedizione, sarà a carico dell'appaltatore.

I quadri e le apparecchiature elettriche saranno opportunamente fissati su appositi basamenti/pallet aventi dimensioni maggiori appropriate.

L'automezzo utilizzato per il trasporto dovrà essere di tipo telonato, ed inoltre si avrà cura di coprire con teli di polietilene il materiale trasportato. Il carico e lo scarico dovrà essere garantito a mezzo di golfari.

10.2 Montaggi in opera

Tutti i lavori necessari per avere la stazione completa e funzionante dovranno essere eseguiti "a regola d'arte".

In generale sarà cura dell'appaltatore prevedere:

- disponibilità di autogrù, piattaforma mobile, ponteggi e scale;
- movimentazione delle apparecchiature e materiali all'interno dell'impianto;
- disponibilità di transenne per delimitare le aree di lavoro;
- materiali vari di consumo;
- pulizia delle apparecchiature a fine lavori in particolare le porcellane;
- pulizia delle aree di lavoro e il trasporto in discarica dei materiali di risulta;

I lavori, oggetto della specifica, ricadono in materia di sicurezza nell'ambito di applicazione del D.L. 81/2008 titolo IV; pertanto essi dovranno essere condotti in accordo alle prescrizioni contenute nel Piano di Sicurezza e Coordinamento (P.S.C) fornito dal Committente.

Sarà cura dell'appaltatore redigere il Piano Operativo della Sicurezza (P.O.S.) sulla base delle indicazioni e prescrizioni del P.S.C.

11 COLLAUDI

Il committente farà eseguire sotto la propria sorveglianza tutte le prove e le verifiche previste nel piano controllo qualità che l'impresa dovrà sottoporre per approvazione in conformità alle norme vigenti.

Al termine delle installazioni dovranno essere eseguite a cura dell'Appaltatore tutte le prove di collaudo tecnico-funzionale necessarie per assicurare la conformità delle opere alla progettazione esecutiva, la qualità delle stesse ed il loro corretto funzionamento.

Tutte le prove di collaudo sul campo andranno eseguite in contraddittorio con il Committente o un suo rappresentante (Direzione lavori o Collaudatore). L'Appaltatore dovrà permettere anche la presenza del Committente o un suo rappresentante (Direzione lavori o Collaudatore) alle prove di collaudo del trasformatore AT/MT e degli interruttori AT eseguite presso la sede del costruttore.

In particolare, per gli impianti di terra e la rete a fibra ottica andranno eseguiti i collaudi prescritti dai rispettivi documenti tecnici progettuali. Per tutti i collegamenti in MT andranno eseguite le prove sui cavi di tensione applicata ai sensi della CEI 11-17, sia in corso d'opera che al collaudo finale. Per tutte le altre forniture andranno eseguite le prove richieste dalla normativa tecnica.

Dovranno essere specificatamente eseguite le prove di collaudo in sito del trasformatore AT/MT, dei sezionatori AT e degli interruttori AT. Di tutte le prove eseguite, sia in fabbrica che in sito, l'Appaltatore dovrà consegnare al committente appositi verbali di collaudo.

Prima della messa in funzione della stazione l'Appaltatore dovrà eseguire le prove in bianco e tutte le prove di commissioning necessarie a garantire una messa in esercizio in massima sicurezza.

Prove di tipo

Preliminarmente alle prove di officina verrà effettuata la verifica della Conformità al tipo prevista dalle norme IEC/CEI vigenti. Il committente potrà soprassedere all'effettuazione di tali prove nel caso che l'impresa sia in grado di esibire idonea certificazione rilasciata da organismi riconosciuti nell'ambito della CEE o compresi tra quelli indicati nel D.M. 13/6/89 (e successivi aggiornamenti) del ministero delle Attività Produttive, oppure accreditati dal SINAL (Sistema Nazionale per l'Accreditamento di Laboratori).

Prove di accettazione

Sulle apparecchiature elettriche oggetto della presente relazione saranno eseguite prove di accettazione in accordo alla normativa sopra richiamata e saranno forniti i relativi rapporti di prova. Il fornitore è tenuto a comunicare per iscritto la data di disponibilità della sala prove con almeno 15 giorni di anticipo. Le relative

prove saranno a carico dell'impresa (compreso il costo dei materiali che si rendessero inservibili o non utilizzabili).

Prove in sito

Le prove in cantiere saranno tutte quelle che, in conformità alle norme CEI, il Committente potrà richiedere sia in corso d'opera che all'atto dell'ultimazione lavori.

I materiali, le prestazioni, gli apparecchi necessari per le prove in cantiere saranno forniti dall'impresa.

A montaggio ultimato saranno effettuate in particolare le seguenti prove:

- Esame a vista: verifica che i componenti e i materiali corrispondano ai disegni e ai documenti di progetto, per quanto riguarda la quantità, la tipologia, il dimensionamento, la posa in opera e l'assenza di danni o difetti visibili di fabbricazione;
- Verifica delle opere civili: verifica della buona esecuzione delle opere civili e delle finiture, secondo i disegni e i documenti di progetto.
- Verifica delle opere meccaniche: verifica della buona esecuzione dei montaggi meccanici e del corretto allineamento delle strutture, secondo i disegni e i documenti di progetto; verifica del serraggio della bulloneria, della corretta posa in opera dei quadri e delle apparecchiature; verifica delle misure di protezione contro insetti e roditori;
- Verifica della rete di terra: verifica della corretta esecuzione della rete di terra, mediante i pozzetti di ispezione, in accordo con i disegni e i documenti di progetto; misura della resistenza di terra: se il valore è superiore a 10 Ω , l'Appaltatore deve aggiungere ulteriori picchetti e corda di rame, fino ad ottenere il valore richiesto;
- Verifica dei collegamenti di terra: verifica della corretta esecuzione dei collegamenti a terra di tutte le parti metalliche non in tensione e degli scaricatori nei quadri elettrici;
- Verifica dei collegamenti elettrici: verifica della corretta esecuzione dei cablaggi e delle marcature dei cavi, secondo i disegni e i documenti di progetto; controllo del serraggio dei cavi nei rispettivi morsetti e del corretto serraggio di pressacavi e raccordi;

- Prova di isolamento verso terra: verifica di tutti i collegamenti elettrici in c.c. e c.a. nelle seguenti condizioni:
 - temperatura ambiente: compresa tra 20 e 45 °C
 - umidità relativa: compresa tra 45 e 85 %
 - tensione di prova: 2000 Vcc per 1 minuto(tutte le apparecchiature elettroniche e i dispositivi di protezione, per i quali è dannoso tale livello di tensione, devono essere scollegati); la resistenza di isolamento dell'impianto deve essere adeguata ai valori prescritti dalla norma CEI 64-8/6
- Verifica degli organi di manovra e di protezione: verifica della funzionalità di interruttori, sezionatori, contattori e scaricatori; controllo e regolazione delle soglie di intervento dei dispositivi
- Misura della resistenza di isolamento del campo fotovoltaico: la misura, da eseguire con tensione di 1500 Vcc, sui morsetti dell'inverter, deve essere superiore a 50/N MΩ in condizioni di tempo asciutto, e superiore a 20/N MΩ in condizioni di tempo piovoso (N = numero di moduli)
- Misura delle tensioni e delle correnti del campo fotovoltaico: le misure, per ciascuna stringa, sono effettuate sui quadri di parallelo
- Misure di tensione di passo e contatto nell'area della sottostazione al termine dell'installazione dell'impianto;
- Taratura delle protezioni secondo il piano di taratura e secondo quanto disposto da Terna nel regolamento di esercizio;
- Taratura sul campo dei complessi di misura ad uso UTF con predisposizione suggelli;
- Verifica degli strumenti di misura: verifica della funzionalità di contatori e indicatori.

12 MESSA IN SERVIZIO

Congiuntamente con il gestore della rete elettrica di distribuzione, si eseguono le prove e i controlli di seguito elencati:

- prove funzionali sui quadri e sulle apparecchiature elettriche in corrente alternata BT
- prove funzionali sui quadri e sulle apparecchiature elettriche della cabina MT
- chiusura dell'interruttore di parallelo sulla rete MT
- avviamento degli inverter
- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di condizionamento e controllo della potenza (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);

Secondo quanto è previsto dall'CEI 82-25 Variante 2 si procede a verificare le due seguenti condizioni:

$P_{cc} > 0,85 \times P_{nom} \times I / I_{stc}$, dove:

- P_{cc} = potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;
- P_{nom} = potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- I = irraggiamento misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$ (deve essere $I > 600 \text{ W/m}^2$);
- $P_{ca} > 0,9 \times P_{cc}$, dove:
- P_{ca} = potenza attiva in corrente alternata, misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, con precisione migliore del $\pm 2\%$.

Tale condizione deve essere verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

12.1 Servizi di installazione, messa in servizio e collaudo quadro SCADA

L'installazione del quadro Scada dovrà essere effettuata da tecnici elettricisti che provvederanno, altresì, alla connessione ethernet dai relè di protezione al quadro elettrico.

Al termine dell'attività di installazione, verrà effettuata la messa in servizio e collaudo del sistema. Oltre alla configurazione finale in impianto degli apparati, la messa in servizio prevede i seguenti test:

- test stato organi
- test comando organi
- test comunicazione misure
- test di ricezione scatti protezione
- test di connettività da remoto