

COMUNE DI SALICE SALENTINO 	COMUNE DI GUAGNANO 	COMUNE DI SAN PANCRAZIO SALENTINO 
PROVINCIA DI LECCE 		PROVINCIA DI BRINDISI 
REGIONE PUGLIA 		

REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA

Denominazione Impianto:

AGROSOLAR ENERGY QUATTRO

Ubicazione:

Comuni di Salice Salentino (LE), Guagnano (LE) e San Pancrazio Salentino (BR)
Loc. Strada per Avetrana

**ELABORATO
020166**

RELAZIONE TECNICA CONNESSIONE RETE

Cod. Doc.: SPN20-020166-R_Rel-Tec-Connezione-Rete



Project - Commissioning – Consulting
Viale Regina Margherita, 176
00176 Roma (RM)
P.IVA 02010470439

Scala: --

PROGETTO

Data:
15/10/2022

PRELIMINARE

DEFINITIVO

AS BUILT

Proponente:

SOLAR ENERGY QUATTRO S.r.l.
Via Sebastian Altmann, 9
39100 Bolzano
P.IVA 03004310219

Tecnici e Professionisti:

*Ing. Luca Ferracuti Pompa:
Iscritto al n. A344 dell'Albo dell'Ordine degli Ingegneri della
Provincia di Fermo*


Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato	Autorizzato
01	15/12/2020	Progetto Definitivo	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
02	14/12/2021	Revisione	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
03	15/04/2022	Revisione	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
04	15/10/2022	Revisione	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.

Il Tecnico:
Dott. Ing. Luca Ferracuti Pompa



Il Richiedente:

SOLAR ENERGY QUATTRO S.r.l.

ELABORATO: 020166	COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR)	Rev.: 04/22
	REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA	Data: 15/10/22
	RELAZIONE TECNICA CONNESSIONE RETE	Pagina 2 di 2

1. OGGETTO

Il presente documento è redatto quale allegato alla documentazione relativa all'istanza per il procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale ministeriale, ai sensi dell'art. 23 del D. Lgs. 152/06, finalizzata all'ottenimento dell'Autorizzazione Unica presso la Regione Puglia per la costruzione e l'esercizio in conformità alle vigenti disposizioni di legge di un **PARCO AGROVOLTAICO** costituito da:

- un **generatore di energia elettrica** da fonte rinnovabile solare potenza di picco pari a **42.334,24 kW** e potenza massima in immissione pari **40.000,00 kW** (grid-connected);
- un **sistema colturale diversificato** che prevede la coltivazione di **olivo**, per la produzione di oliva da olio, con uno specifico programma di ripiantumazione per sostituzione di esemplari pre-esistenti colpiti dal batterio della *Xylella fastidiosa*, e **foraggio** ad uso zootecnico

da realizzarsi nei Comuni di **San Pancrazio Salentino (BR)**, **Guagnano (LE)** e **Salice Salentino (LE)**

- una Stazione di Elevazione di Utenza (S.E.U.) da realizzarsi nel Comune di **Erchie (BR)**;
- un elettrodotto interrato in media tensione a **30 kV** con tracciato di lunghezza pari a circa **6,8 km**

Il soggetto proponente, responsabile della costruzione e dell'esercizio del generatore fotovoltaico, è la ditta:

"SOLAR ENERGY QUATTRO S.R.L.", avente sede legale in Via Sebastian Altmann, 9 - 39100 Bolzano (BZ) – p. IVA 03004310219, la quale dispone dei titoli di disponibilità dell'area di progetto dell'impianto.

Il soggetto responsabile della conduzione dell'azienda che gestirà la coltivazione e la distribuzione dei prodotti agricoli secondo il piano agronomico facente parte integrante del presente progetto è la ditta:

"FRATELLI FUNIATI SOCIETÀ AGRICOLA S.N.C di Gesù Manuel Funiati & C." con sede legale in via Botticelli, 2 - 72020 Erchie (BR) – p. IVA 02520880747.

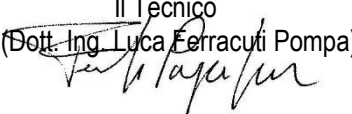
La denominazione del parco agrovoltaico è **"AGROSOLAR ENERGY QUATTRO"**.

Allegati:

- RELAZIONE TECNICA CONNESSIONE RETE

Roma, li 15/10/2022

In Fede
Il Tecnico
(Dott. Ing. Luca Ferracuti Pompa)



Indice generale

Normative e leggi di riferimento.....	3
Normativa fotovoltaica	3
Altra Normativa sugli impianti di produzione ed elettrici	4
Normativa a carattere generale.....	5
Introduzione.....	6
Architettura della connessione alla rete.....	7
Area SEU.....	7
Elettrodotto MT di connessione impianto di produzione/SEU.....	8
Stazione di elevazione utente SEU - Produttore.....	10
Trasformatore di Alta Tensione.....	12
Componenti elettromeccanici del produttore.....	12
Opere civili.....	12
Impianto di trattamento acque piovane.....	13
Protezioni elettriche.....	13
Guasti esterni – Protezioni di rete nella sezione AT	13
Guasti esterni – Protezioni degli inverter	15
Guasti interni – Protezioni del trasformatore AT/MT	15
Guasti interni – Protezioni installate nella sezione MT	16
Sistemi di monitoraggio e controllo.....	16
Controllo della produzione.....	17
Modalità di avviamento e riconnessione alla rete	17
Regolazione della potenza reattiva	17
Regolazione della potenza attiva in funzione della frequenza	19
Regolazione intorno alla frequenza nominale (FSM)	20
Regolazione in sottofrequenza (LFSM-U)	20
Regolazione in sovra-frequenza (LFSM-O)	21
Sistemi di teledistacco e riduzione rapida della produzione	22
Teleinformazioni	22
Shelter media tensione.....	22
Elettrodotto Alta Tensione.....	23

Normative e leggi di riferimento

Le opere di connessione oggetto della presente relazione, nonché i corrispondenti impianti fotovoltaici, saranno realizzate in conformità alle vigenti Leggi/Normative tra le quali si segnalano le seguenti principali:

Normativa fotovoltaica

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici 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 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;

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 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;

EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;

CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;

CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;

CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;

EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;

CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

Altra Normativa sugli impianti di produzione ed elettrici

CODICE DI RETE TERNA: Codice di trasmissione dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete ex art. 1, comma 4, DPCM 11 maggio 2004 Versione aggiornata al 27 novembre 2015;

Allegato A.68 al CODICE DI RETE TERNA Impianti di produzione - Requisiti minima per la connessione e l'esercizio in parallelo con la rete AT;

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

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 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

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 EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;

CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;

CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

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 61000-3-2 (CEI 110-31): 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 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 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);

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 50470-3 (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 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;

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

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 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;

CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

Normativa a carattere generale

DM 81/08 sulla sicurezza nei cantieri mobili

D.Lgs. 380/01 Testo Unico sull'edilizia

D.Lgs. 285/92 Codice della Strada e Regolamento attuativo

D.Lgs. 152/01 Testo Unico sull'ambiente

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

Norma CEI 11-20 e CEI 11-20;V1 per il collegamento alla rete pubblica.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di Legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

Introduzione

La presente relazione descrive la connessione dell'impianto fotovoltaico della SOLAR ENERGY QUATTRO srl, da realizzare nel Comune di San Pancrazio Salentino (BR), alla RTN di TERNA, della potenza nominale ai fini della connessione di 40 MW e di una potenza nominale di picco pari a 44.291,52 MW.

Vista la contemporanea richiesta di connessione alla rete di altri produttori nella zona, TERNA ha predisposto una soluzione tecnica che prevede la condivisione di una parte dell'impianto di rete per la connessione tra più produttori.

I soggetti richiedenti le connessioni si dovranno quindi accordare per realizzare la parte condivisa dell'impianto di rete per la connessione e per indicare un referente (capofila) che svolgerà le funzioni di interfaccia unica verso il gestore di rete ai sensi dell'Art.30.7 del Testo Integrato Connessioni Attive.

La presente relazione descrive la specifica soluzione della società SOLAR ENERGY QUATTRO srl.

La soluzione tecnica minima generale (STMG) per la connessione dell'impianto della SOLAR ENERGY QUATTRO srl, codice di rintracciabilità **201900363**, prevede una connessione in antenna su stallo TERNA a 150 kV posto all'interno della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Erchie (LE).

Al fine di ottimizzare e condividere le opere, la connessione prevede un primo tratto di elettrodotto in AT a 150 kV, dalla stazione TERNA di Erchie alla stazione di elevazione utente condivisa da realizzare a nord in adiacenza alla stazione TERNA.

All'interno della sottostazione condivisa verrà realizzato il parallelo elettrico tra l'elettrodotto condiviso a 150 kV proveniente da RTN Terna e gli elettrodotti di proprietà dei singoli utenti produttori, nonché la trasformazione da 150 kV a 30 kV.

In riferimento a questo punto, il produttore SOLAR ENERGY QUATTRO srl ha formalizzato l'accordo di utilizzo della sottostazione di elevazione di utenza 150/30 kv di collegamento alla stazione TERNA di Erchie. Nello specifico l'accordo coinvolge, oltre alla Solar Energy Quattro S.r.l. i seguenti produttori:

- PEONIA SOL s.r.l.
- CANADIAN SOLAR CONSTRUCTION s.r.l.
- TECNO.ENERGY s.r.l.

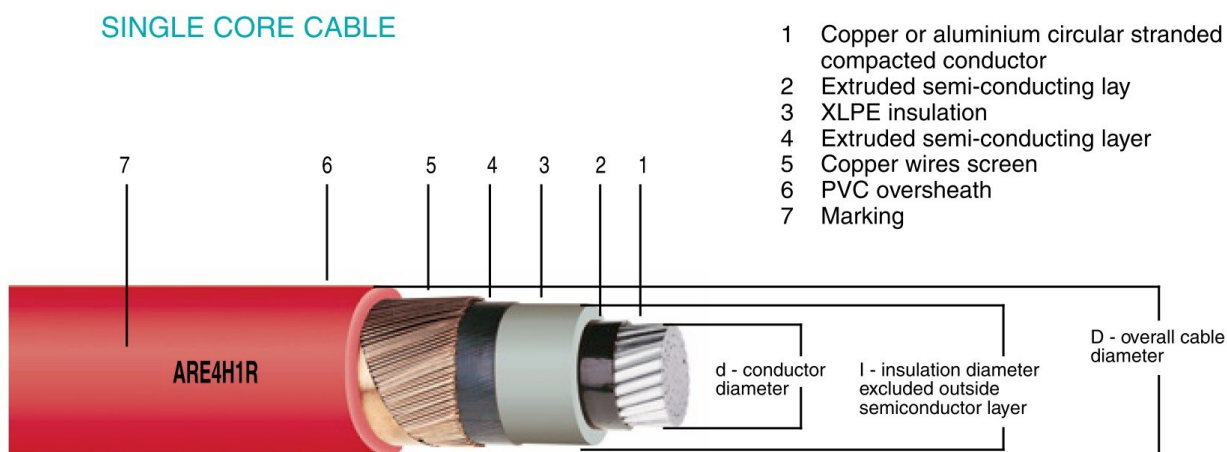
La PEONIA SOL srl rappresenta la Capofila nei confronti di TERNA la quale agirà, tramite mandato con rappresentanza conferito dagli altri produttori, quale interlocutore unico nei confronti di Terna in relazione alle opere ed in particolare in relazione alle tematiche inerenti le parti comuni d'impianto e le problematiche che, più in generale, andranno a riferirsi all'intera area della sottostazione.

Elettrodotto MT di connessione impianto di produzione/SEU

L'impianto fotovoltaico si sviluppa su più sottocampi. Da ognuno di questi parte una linea di media tensione a 30 kV che, nello stesso scavo, raggiunge la Stazione di Elevazione di Utenza secondo il seguente schema:

ELETTRODOTTO	SOTTOCAMPI	POTENZA AC PER SOTTOCAMPO KW	POTENZA IN AC PER ELETTRODOTTO MT KW	MASSIMA CORRENTE A ($\cos \varphi=0,9$)	TENSIONE V
A	1	17.850,00	17.850,00	382,00	30.000
B	3	8.400,00	11.800,00	252,00	30.000
	4	3.400,00			
C	5	6.000,00	10.200,00	218,00	30.000
	2	4.200,00			

Sono utilizzati terne di cavi ad elica visibile in alluminio tipo ARE4H1RX – 18/30 kV direttamente interrati.



La sezione del cavo scelta tiene conto sia della modalità di posa che delle caratteristiche in termini di portata del cavo.

La sezione del cavo scelto è in funzione delle caratteristiche in corrente del singolo elettrodotto. In particolare si utilizzano le sezioni e le terne seguenti:

ELETTRODOTTO	CORRENTE MASSIMA DI IMPIANTO ($\cos \varphi=0,9$)	SEZIONE UTILIZZATA (mm^2)	NUMERO DI TERNE	PORTATA NOMINALE CAVO IN RAME (A)	PORTATA EFFETTIVA CAVO IN ALLUMINIO (A)	PORTATA FINALE (A)
A	382	185	2	395	227	454
B	252	240	1	458	264	264
C	218	240	1	458	264	264

Le quattro terne di cavi sono disposti in uno scavo a sezione obbligato lasciando uno spazio fra loro di 25 cm. In questo modo il fattore correttivo in termini di portata di corrente è pari a 0,74.

Il calcolo sopra effettuato avviene sulla base della norma CEI-UNEL 35027:2009-04, considerando che

- la portata di un cavo unipolare in alluminio, con tensione di isolamento $U_0/U = 18/30$ kV, direttamente interrato e posa a trifoglio è pari a 0,78 della portata in corrente del cavo in rame con le stesse modalità di posa;
- tenendo conto di un fattore 0,74 per la posa di quattro terne di cavi direttamente interrati con spaziamento > 25 cm,

Tale portata risulta pertanto sufficiente per i 4 elettrodotti, anche considerando una resistività del terreno $R_t > 100$ °C cm/W. Inoltre il calcolo è effettuato con un fattore $\cos \varphi = 0,9$ cautelativo, tenendo conto che gli inverter lavorano $\cos \varphi = 1$. Infine si tenga presente che commercialmente i cavi in alluminio vengono garantiti con una portata in corrente più grande rispetto al fattore 0.78 della portata del cavo in rame, come indicato nella CEI-UNEL 35027:2009-04.

Dal punto di vista costruttivo ed elettrico un cavo tipo ARE4H1R in alluminio in commercio, di sezioni 185 mm² e 240 mm², presentano le seguenti caratteristiche:

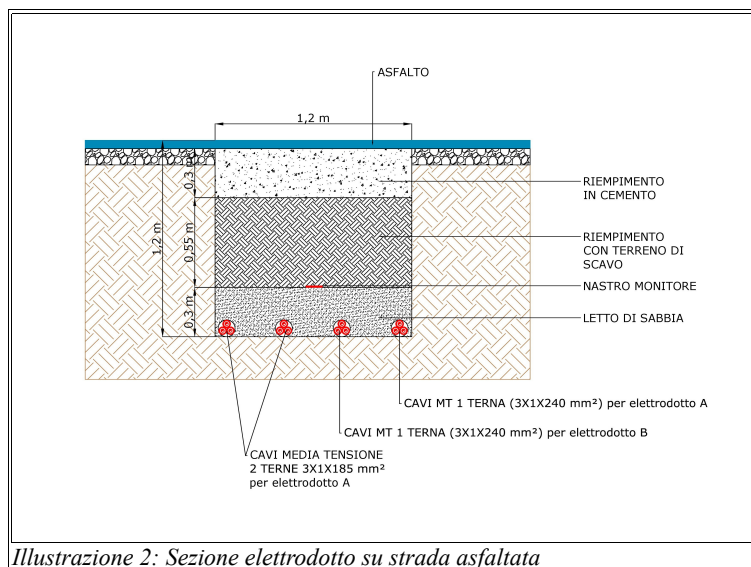
CARATTERISTICHE DIMENSIONALI	
Area nominale del conduttore mm ²	1 x 185
Diametro del conduttore mm	15,8
Diametro sull'isolante	29,5
Spessore dell'isolante mm	6,85
Diametro esterno del cavo mm	38
Peso kg/km	1260
Raggio minimo di curvatura mm	510
CARATTERISTICHE ELETTRICHE PER LA SPECIFICA MODALITÀ DI POSA	
Portata in corrente $R_t = 100$ °C cm/W (A)	368

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI	
Area nominale del conduttore mm ²	1 x 240
Diametro del conduttore mm	18,2
Diametro sull'isolante	31,5
Spessore dell'isolante mm	6,65
Diametro esterno del cavo mm	41
Peso kg/km	1480
Raggio minimo di curvatura mm	550
CARATTERISTICHE ELETTRICHE PER LA SPECIFICA MODALITÀ DI POSA	
Portata in corrente $R_t = 100$ °C cm/W (A)	426

Tenendo conto del diametro esterno del cavo unipolare pari a 41 mm, il diametro della terna di cavi è pari a ~103 mm.

Dovendo garantire uno spazio fra le terne di almeno 25 cm, la scavo nel quale verranno posati i cavi, dovrà avere una

larghezza pari a 120 cm.



L'elettrodotto viene interrato per la maggior parte sulla strada asfaltata esistente (circa 5600 m) mentre una parte avviene interrato su strada sterrata esistente (circa 1200 m). Lo scavo è a sezione obbligatoria di larghezza pari a 120 cm ed una profondità di circa 120 cm in modo tale da garantire una ricopertura di almeno 80 cm. Il cavo viene posato in letto di sabbia o inerte equivalente di spessore 30 cm. Lo scavo viene poi ricoperto con terra di scavo e, per la parte di elettrodotto realizzato su strada asfaltata, con un cassonetto in cemento di circa 30 cm di spessore in modo da garantire la tenuta della sede stradale. Sopra il cassonetto viene poi steso l'asfalto.

Lo scavo sul tratto di strada asfaltata avviene in mezzzeria della singola corsia e in maniera tale da garantire che la fascia di asservimento di 4 metri (2 metri per lato dall'asse dello scavo) ricada sempre sulla strada pubblica.

Stazione di elevazione utente SEU - Produttore

La stazione di elevazione di utenza condivisa SEU viene realizzata sulle particelle identificate al catasto terreni del Comune di Erchie al foglio 37 particella 302/parte, già nella disponibilità del produttore. Dal punto di vista delle condizioni ambientali si possono assumere i seguenti valori:

Il produttore SOLAR ENERGY QUATTRO srl utilizza per la propria SEU:

- un trasformatore AT/MT 150 kV/30 kV della potenza di 63 MVA;
- componentistica elettromeccanica per l'alta tensione;
- Shelter di parallelo per la MT;
- Impianti di servizio
- Opere civili;

Dal punto di vista elettrico la situazione della stazione di elevazione utente condivisa, in accordo al codice di rete di Terna, si compone logicamente di due parti:

- una parte di parte comune di parallelo, (**non oggetto della presente autorizzazione**) secondo lo schema seguente:

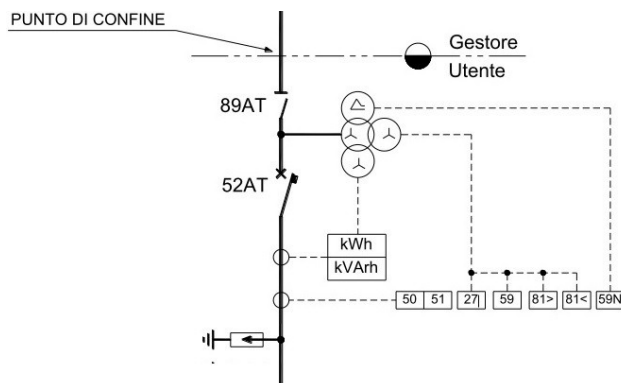


Illustrazione 3: Schema elettrico AT comune fra produttori

- una parte distinta per il produttore SOLAR ENERGY QUATTRO, identificata dallo schema sotto riportato

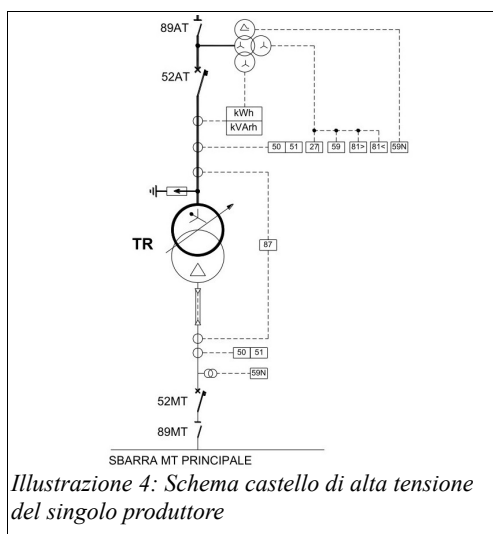


Illustrazione 4: Schema castello di alta tensione del singolo produttore

L'area della SOLAR ENERGY QUATTRO srl sulla quale sono installate le componenti elettromeccaniche ed il trasformatore è pavimentata in cemento mentre sotto il trasformatore di alta tensione in olio è presente una vasca di raccolta dell'eventuale perdita di olio.

Ai fini di quanto indicato in materia di regolazione e protezione della rete RTN, lo schema d'inserimento e di connessione, nonché la struttura dell'impianto, presenta le seguenti caratteristiche:

1. la Centrale è dotata di un interruttore che realizza la separazione funzionale fra le attività di competenza del Gestore e quelle di competenza del titolare dell'impianto di produzione;
2. la Centrale dispone di un trasformatore AT/MT con i relativi sistemi di protezione e comando;

3. gli avvolgimenti AT del trasformatore AT/MT sono collegati a stella, ad isolamento uniforme, con terminale di neutro accessibile e predisposto per l'eventuale connessione a terra; gli avvolgimenti MT sono collegati a triangolo;
4. gli avvolgimenti AT del trasformatore AT/MT sono dotati di un commutatore di tensione sotto carico con regolatore automatico in grado di consentire, con più gradini, una variazione della tensione a vuoto compresa almeno tra 12% della tensione nominale.

Trasformatore di Alta Tensione

Il trasformatore di alta tensione dell'impianto della SOLAR ENERGY QUATTRO srl, congruentemente con il preventivo di connessione di TERNA, presenta una tensione al primario di 150 kV ed una tensione lato MT di 30 kV

TRASFORMATORE	POTENZA NOMINALE	TIPO	TENSIONE TRASFORMATORE PRIMARIA	TENSIONE TRASFORMATORE SECONDARIA
1	63 KVA	ONAN/ONAF	150 KV	30 KV

Il trasformatore è di tipo ONAN/ONAF, in olio a circolazione naturale e con circolazione naturale e forzata dell'aria di raffreddamento, con collegamento DYn11.

Le eventuali perdite di olio sono gestite tramite la presenza di una vasca di raccolta in calcestruzzo posta immediatamente sotto i trasformatori ed opportunamente dimensionata.

Componenti elettromeccanici del produttore

Dal punto di vista della componentistica elettromeccanica della SOLAR ENERGY QUATTRO srl, questa si compone di

1. TV di misura e di protezione
2. TA di misura e di protezione
3. Scaricatori di sovratensione
4. Interruttore
5. Sezionatore tripolare orizzontale
6. Terminali per cavo interrato

Gli apparati sopra descritti sono alloggiati su delle fondazioni in calcestruzzo armato come descritto nella tavole allegate.

Opere civili

L'area della SEU del produttore sarà composta di

- Recinzione interna in pannelli di cemento di altezza h=2,5 m;
- Viabilità interna pavimentata in cemento;

- Shelter prefabbricato;
- Pavimentazione e basamenti delle apparecchiature AT;
- Impianto di illuminazione perimetrale
- Cancelli di ingresso carrabile di larghezza 7 m
- Impianto di raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia;

Per la realizzazione della recinzione sarà necessario eseguire scavi in sezione ristretta con mezzo meccanico ed il materiale di risulta, qualora non utilizzato in loco verrà smaltito in impianto autorizzato.

Impianto di trattamento acque piovane

Nell'area nella quale sono alloggiati gli apparati elettromeccanici così come per la viabilità, viene realizzata una pavimentazione dotata di una rete di raccolta delle acque di prima pioggia, che vengono poi trattate in un apposito disoleatore dimensionato sulla base dell'area pavimentata della stazione di elevazione di utenza.

Per le acque oltre i 5 mm si attiva il by-pass, che fa defluire tali acque direttamente nel corpo recettore più vicino.

Le acque trattate, dopo 48 ore dalla fine dell'evento atmosferico, vengono automaticamente pompate fuori dal disoleatore.

Protezioni elettriche

Guasti esterni – Protezioni di rete nella sezione AT

Tutti gli impianti descritti nel presente progetto, dovendo sottostare alle prescrizioni del codice della rete di TERNA, devono essere in grado di rimanere connessi in parallelo alla rete AT in ogni condizione di carico. La Stazione di Elevazione di Utenza Condivisa SEU ricade nell'ambito di applicazione del CASO A "Centrale connessa ad Impianto di Consegna in entra esce su linea AT oppure **connessa a Stazione o Cabina Primaria adiacente**" del codice delle reti di TERNA.

Relativamente alla taratura dei relè installati nella sezione AT della Centrale Fotovoltaica sono indicati i seguenti valori:

Centrale Fotovoltaica – Protezioni contro i guasti esterni - Sezione AT						
PROTEZIONE	CAMPI DI REGOLAZIONE		TARATURE DI RIFERIMENTO			COMANDO
	Range di regolazione	Ritardo	Soglia	Valori di taratura	Ritardo	
Minima tensione (27)	$0,3 \div 1,0 V_{nR}^{(1)}$	$0,0 \div 10,0 \text{ s}$	Unica	$80 \% V_{nR}^{(1)}$	A) $2,0 \div 2,8 \text{ s}^{(2)}$ B) 0,6 s	Scatto del trasformatore elevatore MT/AT lato AT.
Massima tensione (59)	$1,0 \div 1,5 V_{nR}^{(1)}$	$0,0 \div 10,0 \text{ s}$	Unica	$115 \% V_{nR}^{(1)}$	1,0 s	
Massima tensione omopolare (59N)	$0,05 \div 1,5 V_{RES_MAX}^{(3)}$	$0,0 \div 10,0 \text{ s}$	1ª soglia	$10 \div 20\% V_{RES_MAX}^{(3)}$	A) $2,0 \div 2,8 \text{ s}^{(2)}$ B) 1,2 s	
			2ª soglia ⁽⁴⁾	$70\% V_{RES_MAX}$	0,1 s	
Minima frequenza (81<) ⁽⁵⁾	$45,0 \div 50,0 \text{ Hz}$	$0,0 \div 10,0 \text{ s}$	1ª soglia	47,5 Hz	4,0 s	
			2ª soglia	46,5 Hz	0,1 s	
Massima frequenza (81>) ⁽⁶⁾	$50,0 \div 53,0 \text{ Hz}$	$0,0 \div 10,0 \text{ s}$	1ª soglia	51,5 Hz	1,0 s	
			2ª soglia	52,5 Hz	0,1 s	

Le tarature sono stabilite dal Gestore in accordo ai criteri stabiliti nell'allegato A.11 al Codice di Rete. In relazione alle esigenze del sistema elettrico a cui sono connesse gli impianti fotovoltaici, le tarature potranno anche essere discordanti da quelle indicate.

Guasti esterni – Protezioni degli inverter

Le tarature degli inverter dovranno essere impostate secondo la tabella seguente:

Centrale Fotovoltaica connessa alla rete AT- Protezioni inverter						
PROTEZIONE	CAMPI DI REGOLAZIONE		TARATURE DI RIFERIMENTO			COMANDO
	Range di regolazione	Ritardo	SOGLIA	Valori di taratura	Ritardo	
Minima tensione (27G)	0,3 ÷ 1,0 V _i ⁽¹⁾	0,0 ÷ 10,0 s	1ª soglia	85 % V _{nl} ⁽¹⁾	2,0 ÷ 2,8 s ⁽²⁾	Arresto inverter
		0,0 ÷ 10,0 s	2ª soglia (opzionale)	30% ⁽³⁾ V _{nl} ⁽¹⁾	0,85 s	
		0,0 ÷ 200,0 s	3ª soglia (opzionale)	90% V _{nl} ⁽¹⁾	60 s	
Massima tensione (59G)	1,0 ÷ 1,5 V _i ⁽¹⁾	0,0 ÷ 10,0 s	1ª soglia	115 % V _{nl} ⁽¹⁾	1,0 s	
		0,0 ÷ 10,0 s	2ª soglia se presente)	120 % V _{nl} ⁽¹⁾	0,1 s	
		0,0 ÷ 200,0 s	3ª soglia (opzionale)	110 % V _{nl} ⁽¹⁾	60 s	
Minima frequenza (81G<) ⁽⁴⁾	45,0 ÷ 50,0 Hz	0,0 ÷ 10,0 s	1ª soglia	47,5 Hz	4,0 s	
			2ª soglia	46,5 Hz	0,1 s ⁽⁶⁾	
Massima frequenza (81G>) ⁽⁵⁾	50,0 ÷ 53,0 Hz	0,0 ÷ 10,0 s	1ª soglia	51,5 Hz	1,0 s	
			2ª soglia	52,5 Hz	0,1 s ⁽⁶⁾	

Pertanto il sistema di protezione dell'impianto di produzione si compone degli apparati di norma dedicati alla protezione dell'impianto stesso e della rete sia per i guasti interni sia per i guasti esterni all'impianto. La taratura delle protezioni contro i suddetti guasti prevede un coordinamento con le altre protezioni di rete e deve essere tale da garantire il funzionamento dell'impianto nei limiti previsti dal codice di rete. Per quanto riguarda invece le tarature delle protezioni da sovracorrenti contro i guasti interni, esse verranno concordate tra il singolo cliente e TERNA preliminarmente all'entrata in servizio degli impianti.

Guasti interni – Protezioni del trasformatore AT/MT

Relativamente invece alle protezioni contro i guasti esterni di seguito si riportano le tipologie di protezione sensibili ai guasti esterni con i relativi campi di regolazione, da installare sui montanti dell'impianto d'utenza.

Inoltre tutti gli impianti di produzione sono in grado di ricevere comandi di apertura degli interruttori AT provenienti dall'impianto di consegna associato.

Relativamente ai guasti interni, le protezioni minime previste per i trasformatori elevatori MT/AT sono le seguenti:

1. Massima Corrente di fase del trasformatore lato AT a due soglie di intervento; una istantanea e una ritardata (50/51)

2. Differenziale di trasformatore (87T)
3. Massima Corrente di fase del trasformatore lato MT ad una o due soglie di intervento ritardato (51)

Le azioni determinate dall'intervento di tali protezioni sono l'apertura ed il blocco degli interruttori AT ed MT del trasformatore elevatore. Esse si aggiungono alle protezioni previste a bordo del trasformatore (tipicamente buchholz, livello olio, massima temperatura) i cui livelli d'intervento nonché i relativi comandi sono decisi dal costruttore del trasformatore e dal produttore.

Relativamente alle protezioni direzionali (67N), queste sono installate a livello di media tensione nelle tre cabine di proprietà dei tre utenti, in modo da poter discriminare la presenza di un guasto omopolare a monte o a valle delle partenze dei singoli elettrodotti utente in MT.

Guasti interni – Protezioni installate nella sezione MT

I sistemi di protezione della sezione MT non sono oggetto di prescrizioni da parte di TERNA, tuttavia è richiesto di adottare idonee protezioni contro i guasti fase-fase e fase-terra, con impostazioni tali da garantire la corretta selezione ed eliminazione dei guasti in ogni comparto o componente della sezione MT di impianto e la non interferenza di intervento con le protezioni della rete AT.

Sistemi di monitoraggio e controllo

Tutti gli impianti di produzione devono essere integrati nei processi di controllo di TERNA, sia in tempo reale sia in tempo differito, per consentire:

- nel primo caso, attraverso la visibilità di telemisure e telesegnali, l'attuazione da parte di TERNA di tutte le azioni necessarie alla salvaguardia del sistema elettrico;
- nel secondo caso, attraverso i sistemi di monitoraggio, le analisi dei guasti compresa la verifica del corretto funzionamento delle protezioni e del comportamento atteso dall'impianto fotovoltaico durante le perturbazioni di rete.

Le principali funzionalità richieste agli impianti fotovoltaici sono i seguenti:

- Controllo della produzione
- Modalità di avviamento e riconnessione alla rete
- Regolazione della potenza reattiva
- Regolazione della potenza attiva
- Sistemi di teledistacco della produzione

Controllo della produzione

Al fine di limitare alcune problematiche delle reti, che a titolo esemplificativo possono essere:

- Congestione di rete in atto e/o rischio di sovraccarico sulla RTN
- Problematiche di adeguatezza del sistema elettrico
- Possibili problemi di tensione
- Rischi potenziali di instabilità del sistema elettrico

gli impianti sono dotati di idonei sistemi di riduzione della potenza, attivabili da remoto.

Modalità di avviamento e riconnessione alla rete

Per garantire transitori di frequenza/tensione indesiderati, gli impianti e in particolare gli inverter sono in grado di sincronizzarsi con la rete aumentando la potenza immessa gradualmente, garantendo un gradiente positivo massimo non superiore al 20% al minuto della P_n del campo fotovoltaico. Inoltre il sistema di controllo dell'impianto e degli inverter è tale da garantire l'entrata in servizio della Centrale Fotovoltaica con immissione di potenza ad una frequenza di rete non superiore a 50.2 Hz.

Regolazione della potenza reattiva

Gli impianti di produzione sono in grado di partecipare al controllo della tensione del sistema elettrico. Tale controllo viene realizzato in funzione del segnale di tensione prelevato dai TV installati nella sezione AT dell'impianto di utenza. Il valore di tensione di riferimento è comunicato da TERNA e viene modificato dall'Utente, se necessario, in tempo reale (**logica locale**); inoltre il sistema di controllo della Centrale è predisposto affinché la potenza reattiva scambiata dall'impianto sia modulabile mediante un telesegnale di regolazione inviato da un centro remoto di TERNA (**logica centralizzata**).

La massima capacità di erogazione o assorbimento di potenza reattiva da parte della Centrale deve essere sempre pari ad almeno il 35% della Potenza nominale dei convertitori dell'impianto fotovoltaico lato corrente alternata. Ogni Centrale deve essere in grado di variare in maniera continuativa la potenza reattiva all'interno dell'area di colore blu, a seconda delle necessità della rete.

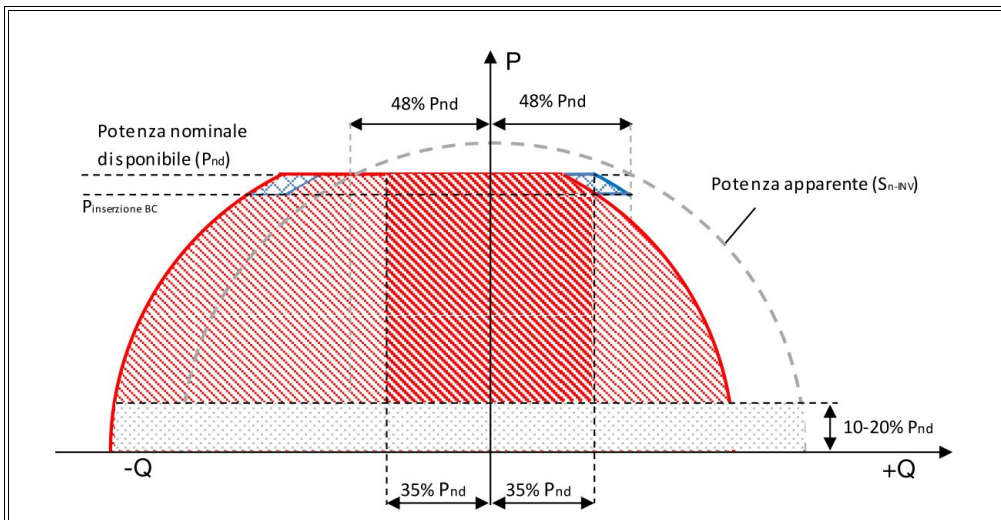


Illustrazione 5: Curva capability P/Q della Centrale Fotovoltaica al Punto di Connessione AT alla tensione nominale V_n

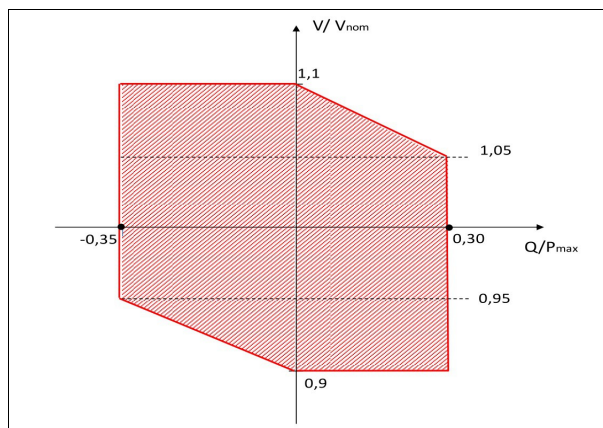


Illustrazione 6: Curva capability V/Q della Centrale Fotovoltaica al Punto di Connessione AT alla Potenza nominale disponibile (P_{nd})

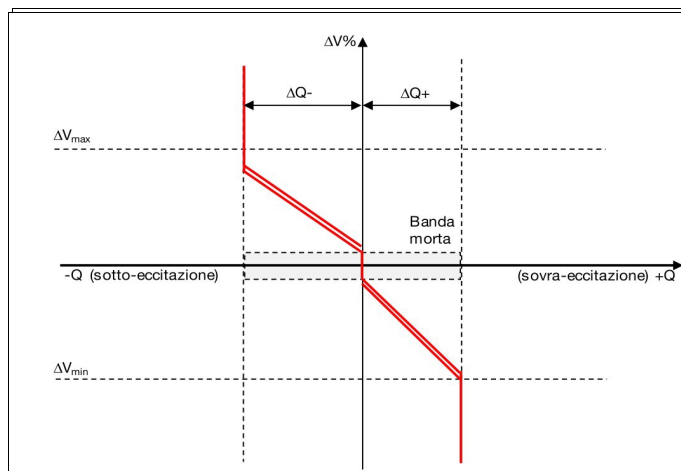


Illustrazione 7: Curva caratteristica $Q=f(V)$ - modalità base

L'erogazione o l'assorbimento di potenza reattiva avviene secondo due modalità: una modalità base ed una modalità estesa.

La curva caratteristica è definita dai seguenti parametri:

- Tensione di riferimento (V_{rif}) regolabile almeno tra il 95% e il 105% della tensione nominale

La regolazione della potenza reattiva scambiata tra gli impianti fotovoltaici e la rete deve essere attivabile su indicazione di TERNA anche in condizioni di produzione di potenza attiva nulla (ad esempio in orario notturno), agendo direttamente sugli inverter.

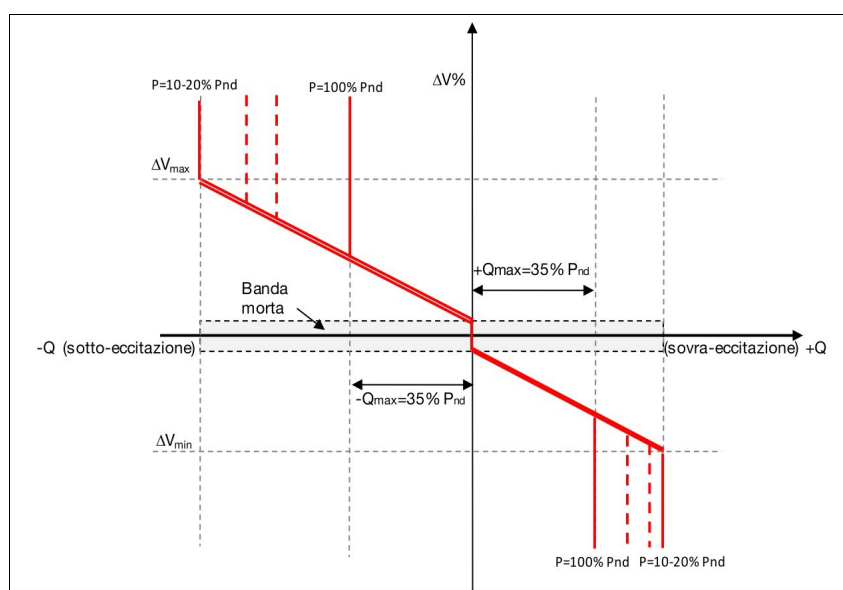


Illustrazione 8: Curva caratteristica $Q=f(\Delta V)$ - Modalità estesa

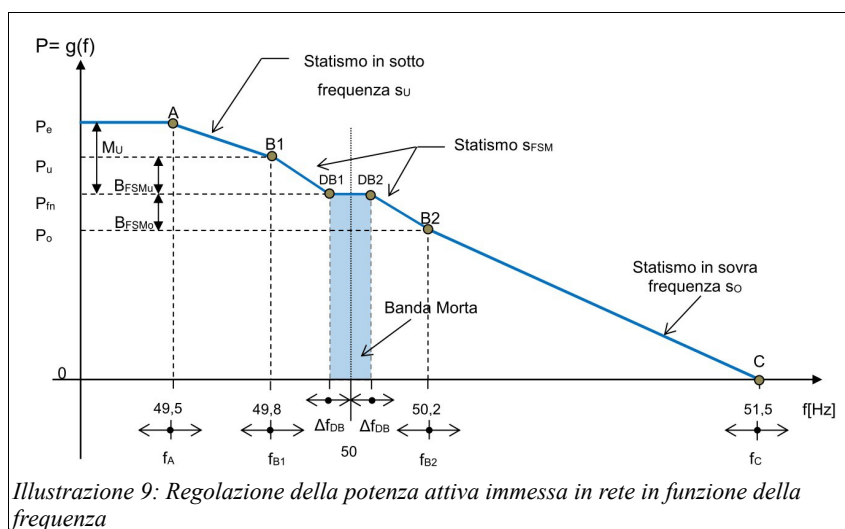
Regolazione della potenza attiva in funzione della frequenza

Il presente servizio è necessario ai fini del controllo della frequenza del sistema elettrico. In considerazione dei tempi di risposta necessari al contenimento del degrado di frequenza, le azioni descritte sono attuate da sistemi automatici che monitorano la frequenza di rete.

Considerando la potenza erogabile P e tale valore non deve ridursi a fronte di transitori di sotto-frequenza di durata inferiore a 1 minuto.

Si distinguono tre zone:

1. Regolazione intorno alla frequenza nominale (FSM)
2. Regolazione in sotto-frequenza (LFSM-U)
3. Regolazione in sovra-frequenza (LFSM-O)



Regolazione intorno alla frequenza nominale (FSM)

Gli impianti fotovoltaici dovranno essere predisposti per poter fornire una regolazione primaria di frequenza con modalità analoga ai gruppi rotanti convenzionali intorno alla frequenza nominale. Tale modalità denominata Frequency Sensitive Mode (FSM) dovrà essere attivabile su richiesta del Gestore in caso di necessità del sistema. Tale modalità di regolazione dovrà essere implementata in un intervallo tarabile $[f_{B1} \div f_{B2}]$.

Su richiesta dovranno essere riservate due bande di regolazione B_{FSM_u} e B_{FSM_o} , rispettivamente in sotto e sovra-frequenza, comprese fra l'1,5% ed il 10% del valore della potenza nominale disponibile (P_{nd}) evitando il distacco degli inverter nel rispetto dei limiti tecnici di funzionamento dichiarati. Per valori di potenza P_e inferiori a 15% P_{nd} si accettano limitazioni nell'erogazione di tale regolazione. L'intervento di tale modalità ha priorità sui set-point e limitazioni impostati. E' richiesta un' insensibilità massima di 10mHz. Si richiede di effettuare la regolazione secondo una retta a statismo s FSM con una banda morta Δf_{DB} tarabile nell'intervallo $[0;500 \text{ mHz}]$ secondo le indicazioni fornite dal Gestore. Il tempo di erogazione di tale riserva dovrà essere inferiore a 2 s. L'attivazione della risposta deve avvenire senza ritardi intenzionali.

Regolazione in sottofrequenza (LFSM-U)

Gli impianti fotovoltaici dovranno essere predisposti per poter fornire supporto nei transitori di sotto-frequenza fornendo tutto il Margine in incremento disponibile $M_U = P_e - P_{fn}$ al superamento di una determinata soglia di sotto-frequenza f_{B1} .

Tale modalità denominata Limited Frequency Sensitive Mode Under-Frequency (LFSM-U) sarà fornita dalla Centrale Fotovoltaica ogni volta che la potenza immessa in rete sia inferiore a quella massima erogabile come rappresentato in Fig. 9. L'intervento di tale modalità ha priorità sui set-point e limitazioni impostati.

In caso di attivazione di tale regolazione, l'impianto dovrà fornire una risposta secondo uno statismo in sotto-frequenza s_u dipendente dalle soglie di frequenza f_{B1} e f_A indicate da Terna.

L'attivazione della risposta deve avvenire nel minor tempo possibile senza ritardi intenzionali ed il tempo di completa erogazione (t_2) di tale riserva dovrà essere inferiore a 2 s.

Regolazione in sovra-frequenza (LFSM-O)

Gli impianti fotovoltaici devono fornire supporto nei transitori di sovra-frequenza riducendo la potenza immessa in rete in funzione dell'entità di errore di frequenza. Tale modalità denominata Limited Frequency Sensitive Mode Over-Frequency (LFSM-O) è attiva per frequenze comprese tra f_{B2} e f_C secondo uno statismo s_O tale annullare la potenza immessa per la frequenza di 51,5 Hz.

L'intervento di tale modalità ha priorità sui set-point e limitazioni impostati.

In caso non sia abilitata la modalità FSM, e la potenza immessa sia pari a quella erogabile P_e , con attivazione a $f_{B2} = 50,2$ Hz il valore di statismo risultante, calcolato in funzione di P_e , sarà $s_O = 2,6\%$

L'attivazione della risposta deve avvenire nel minor tempo possibile senza ritardi intenzionali ed il tempo di erogazione di tale riserva dovrà essere inferiore a 2 s.

Le tarature sono di cui ai punti precedenti sono impostate secondo le seguenti tabelle

Punto della caratteristica	Valori frequenza [Hz]			
	Range di taratura		Passo di regolazione	Valore di default
A	f_A	47,5 ÷ 50,0	0,1	49,5
B1	f_{B1}	49,5 ÷ 50,0	0,1	49,8
B2	f_{B2}	50,0 ÷ 50,5	0,1	50,2
DB1 - DB2	$\Delta f_{DB1} - \Delta f_{DB2}$	0 ÷ ±0,5	0,05	0
C	f_C	50,2 ÷ 51,5	0,1	51,5

Parametro	Range di taratura	Passo di regolazione	Valore di default
M_U	0÷80% P_n	0,1% P_n	0
B_{FSM_U} , B_{FSM_O}	0÷20% P_n	0,1% P_n	0

Punto della caratteristica	Valori di potenza associati [MW]		
	Presenza di margine a salire MU e FSM attivo	Presenza di margine a salire MU e FSM non attivo	Assenza di margine a salire MU (FSM non attivo)
A	P_e	P_e	P_e
B1	$P_e - M_U + B_{FSM_U}$	$P_e - M_U$	P_e
B2	$P_e - M_U - B_{FSM_o}$	$P_e - M_U$	P_e
C	0	0	0

Sistemi di teledistacco e riduzione rapida della produzione

Gli impianti sono dotati di sistemi di teledistacco che consentono la riduzione parziale, compreso l'annullamento completo della produzione per mezzo di un telesegnale inviato da TERNA.

Per implementare questa funzione gli impianti sono dotati di una Unità Periferiche dei sistemi di Difesa e Monitoraggio (UPDM), atta ad eseguire le funzioni di distacco automatico, telescatto, monitoraggio segnali e misure e, in genere, tutte le attività sugli impianti che permettono il controllo in emergenza del sistema elettrico.

Affinché TERNA possa modificare la potenza immessa in rete, come richiesto, gli impianti sono dotati di un sistema in grado di attuare il distacco parziale degli inverter/riduzione rapida in misura compresa tra lo 0 ed il 100% della potenza nominale, a seguito del ricevimento di un tele segnale inviato da Terna. Il distacco resterà attivo sino al ricevimento di appositi comandi di revoca impartiti attraverso lo stesso mezzo.

Teleinformazioni

L'invio delle teleinformazioni che devono pervenire al sistema di controllo di TERNA è necessario per integrare l'impianto nei processi di controllo. Sia il set di dati che la modalità sono stabilite in accordo con TERNA così come i criteri di connessione degli stessi.

Il Gestore richiede inoltre all'Utente la disponibilità delle seguenti ulteriori informazioni:

- Irraggiamento [W/m^2]
- Irraggiamento piano orizzontale [W/m^2]
- Temperatura moduli [$^{\circ}C$]
- Temperatura ambiente [$^{\circ}C$]

Shelter media tensione

La stazione di elevazione di utenza SEU è dotata di uno shelter per il parallelo delle linee di media tensione che vengono dai vari sottocampi. In particolare qui vengono messi in parallelo le quattro linee di media tensione a 30 kV. All'interno dello shelter metallico, le cui dimensioni sono riportate nella specifica tavola allegata, sono presenti

- scomparti con interruttori e relè di protezione delle 4 linee MT
- scomparto con interruttore e relè di protezione per trasformatore MT/bt

- scomparto con interruttore e relè di protezione per il parallelo delle linee MT
- scomparti per alloggiamento TV di protezione MT

Lo shelter presenta anche uno spazio per l'alloggiamento del quadro dei servizi ausiliari e del sistema di controllo della SEU. Le dimensioni dello shelter sono poi tali da poter alloggiare anche il trasformatore MT/bt da 10 kW per i servizi ausiliari nel caso in cui la sua posizione, originariamente prevista all'esterno come da tavole allegate, debba essere spostata.

La presenza del trasformatore per gli ausiliari è dettata dalla scelta di alimentare i servizi di centrale direttamente dalla connessione in AT, evitando in questo modo la richiesta al distributore locale di una fornitura MT separata con relativo altro POD.

Questa scelta, dal punto di vista fiscale, configura l'intero impianto come in vendita parziale dell'energia prodotta comportando la necessità di acquisire la licenza di esercizio doganale.

È inoltre previsto un gruppo elettrogeno di emergenza per sopperire le eventuali mancanze di energia elettrica durante le fasi di manutenzione che necessitassero l'interruzione generale dell'alimentazione.

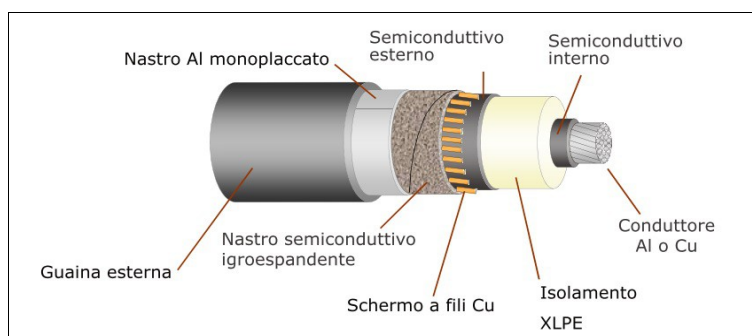
Elettrodotto Alta Tensione

La stazione di elevazione di utenza SEU dell'impianto della SOLAR ENERGY QUATTRO srl si connette in alta tensione a 150 kV alla Cabina Primaria di Erchie come descritto nelle tavole allegate.

L'elettrodotto di connessione interrato è realizzato **in interrato**, come evidenziato nell'allegato tavola *5.8-PDEG-TAV.8.pdf*, in parte su terreno nella disponibilità del produttore di energia e in parte su area TERNA. La lunghezza dell'elettrodotto di connessione in AT è pari a circa 180 metri **ed è realizzato da 3 cavi unipolari**.

CARATTERISTICHE GENERALI ELETTRODOTTO	
SOLUZIONE	INTERRATA
LUNGHEZZA ELETTRODOTTO	180 m
TENSIONE DI ESERCIZIO	150 KV
FREQUENZA DI ESERCIZIO	50 Hz

Il cavo utilizzato è di tipo XLPE / Composito, largamente usato per per sistemi fino a 150 kV che presenta una buona resistenza radiale alla penetrazione di umidità.



Le caratteristiche del conduttore tipo sono riportate nella tabella sottostante

Materiale del conduttore	Aluminum
Isolamento	XLPE (chemical)
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta
Guaina metallica	Alluminio corrugato termosaldato
Caratteristiche dimensionali	
Diametro del conduttore	23,3 mm
Sezione del conduttore	400 mm ²
Spessore del semi-conduttore interno	1,5 mm
Spessore medio dell'isolante	20,7 mm
Spessore del semi-conduttore esterno	1,3 mm
Spessore guaina metallica, approx	1,9 mm
Spessore guaina	3,9 mm
Diametro esterno nom.	95,0 mm
Sezione schermo	470 mm ²
Peso approssimativo	7 kg/km
Caratteristiche elettriche	
Max tensione di funzionamento	170 kV
Messa a terra degli schermi - posa a trifoglio	In presenza di corrente
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa a trifoglio	485 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa a trifoglio	420 A
Portata di corrente, cavi in aria a 30°C, posa a trifoglio	635 A
Portata di corrente, cavi in aria a 50°C, posa a trifoglio	505 A
Messa a terra degli schermi - posa in piano	assenza di correnti di circolazione
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa in piano	550 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa in piano	475 A
Portata di corrente, cavi in aria a 30°C, posa in piano	725 A
Portata di corrente, cavi in aria a 50°C, posa in piano	585 A
Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c.	0,078 Ohm/km
Capacità nominale	0,15 µF/ km
Corrente ammissibile di corto circuito	50 kA
Tensione operativa	150 kV

In considerazione della potenza nominale dell'impianto di ~44.300 MW, tensione pari a 150 kV del primario del trasformatore ed un $\cos \varphi$ cautelativamente pari a 0,9, la corrente massima è pari a:

$$I_{max} = P_{max} / (V * \sqrt{3}) * \cos \phi = 190 \text{ A}$$

Considerando che commercialmente i cavi in alluminio in alta tensione presentano una sezione minima di 400 mm², anche con la posa più gravosa, tale sezione soddisfa ampiamente, in termini di portata, la massima corrente dell'impianto.

$$420 \text{ A} > 190 \text{ A}$$

L'elettrodotto di alta tensione si sviluppa in interrato su sterrato dall'uscita della SEU. Di seguito la sezione del relativo cavidotto.

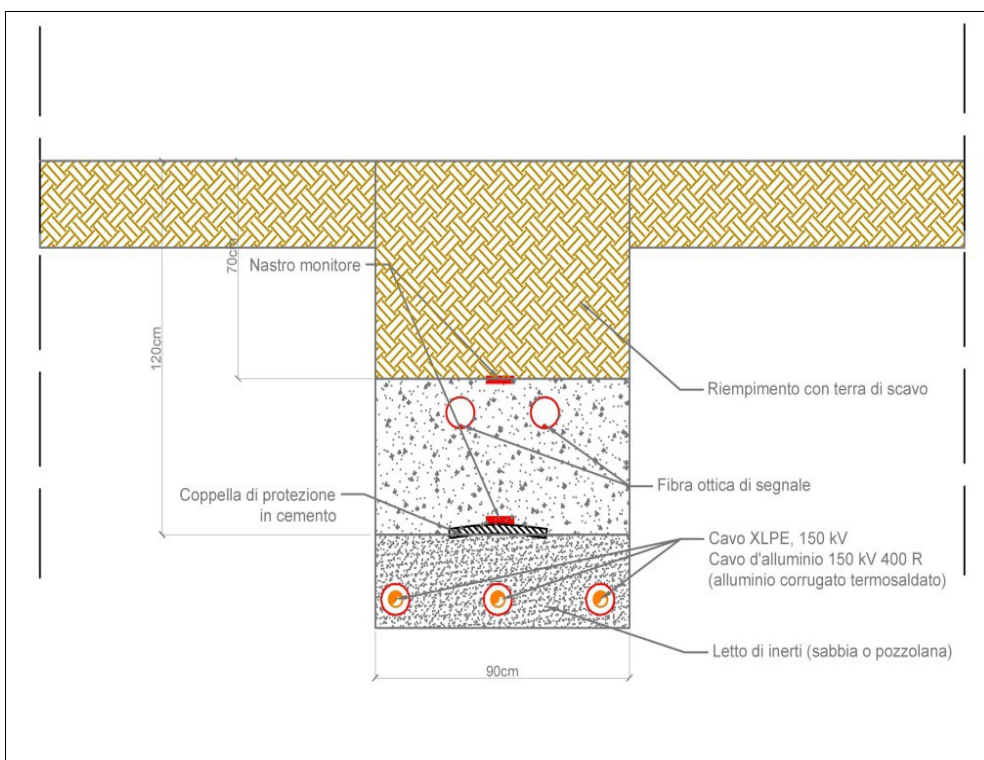


Illustrazione 10: Sezione di scavo elettrodotto AT