



COMUNE DI CANDELA
PROVINCIA DI FOGGIA

Progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 23,482 MWp e sistema di accumulo di 10 MW sito nel Comune di Candela (FG) in zona industriale e relative opere di connessione

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione sull'impianto di accumulo

COD. ID.		COD. AU.				
Livello prog.	Tipo documentazione			N. elaborato	Data	Scala
PD	Definitiva			4.2.6.8	06/2022	-

Nome file	
-----------	--

REVISIONI					
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	MAGGIO 2021	PRIMA EMISSIONE	BLUSOLAR	MAGNOTTA	MAGNOTTA
01	GIUGNO 2022	SECONDA EMISSIONE	BLUSOLAR	MAGNOTTA	MAGNOTTA

COMMITTENTE:

BLUSOLAR CASTELFRENTANO SRL

Via Caravaggio, 125
65125 Pescara (PE) Italia

Timbro e firma

PROGETTAZIONE:



MAXIMA INGEGNERIA S.R.L.

via Marco Partipilo n.48 - 70124 BARI
pec: gpsd@pec.it
P.IVA: 06948690729



CONSULENTI:

Ing. Donata Sileo

e-mail: donata.sileo@gmail.com

Dott. Geol. Antonio Falcone

e-mail: antonow.falcone@libero.it

Ing. Laura Giordano

e-mail: lauragiordano.ing@gmail.com

Dott. Agronomo Armando Ursitti

e-mail: a.ursitti@epap.conafpec.it

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: RELAZIONE SULL’IMPIANTO DI ACCUMULO											
Rev:								Data:		Foglio	
00	01							Giugno 2022		1 di 23	

Indice

1. PREMESSA	2
2. Oggetto e Scopo	2
2.1 Localizzazione dell’impianto	2
3. LEGGI, NORMATIVE E REGOLAMENTI DI RIFERIMENTO	3
4. DESCRIZIONE del sistema di accumulo	7
4.1 Generale	7
4.2 Servizi	8
4.2.1 Faste Reserve	8
4.2.2 Energy Shifting	9
4.3 Dimensionamento del sistema di accumulo	9
4.4 Configurazione impianto	10
4.4.1 Inverter	12
4.4.2 Trasformatore	15
4.4.3 Quadro MT	15
4.4.4 Quadri BT	15
4.4.5 Cavi	16
4.4.6 Impianto antincendio	21
4.4.7 SCADA di impianto e comunicazione	23
4.4.8 Dispositivi Terna	23
4.4.9 PMU	23
4.4.10 UPDM	23

Elenco delle Figure

Figura 1 - Fast Reserve - Rampe e Derampe	8
Figura 2 Connessione alla rete dell’impianto BESS come da CEI0-16	10
Figura 3 Schema Unifilare dell’inverter	13
Figura 4 Requisiti Fast Reserve: Rampa e precisione statica e dinamica	14

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>										
Elaborato: RELAZIONE SULL’IMPIANTO DI ACCUMULO										
Rev:								Data:		Foglio
00	01							Giugno 2022		2 di 23

1. PREMESSA

La presente relazione fa riferimento alla proposta della ditta BLUSOLAR CASTELFRENTANO SRL (nel seguito anche SOCIETA') della realizzazione di un sistema di accumulo elettrochimico nei pressi della sottostazione utente 150/30 kV nel comune di Deliceto in località "Piano di Amendola" con la finalità di accumulare energia dall'impianto fotovoltaico di progetto da realizzarsi in agro di Candela in località "Zona Industriale" e scambiare energia con la RTN.

2. Oggetto e Scopo

Negli ultimi anni si sta assistendo, in Italia come in altri Paesi europei, ad una trasformazione radicale del settore elettrico caratterizzata, da un lato, dalla crescita importante di impianti a Fonti Rinnovabili Non Programmabili e, dall'altro, dalla dismissione di impianti convenzionali in grado di fornire i servizi di regolazione necessari ad assicurare l'esercizio in sicurezza del sistema. Ciò determina già oggi (e in misura maggiore in scenari futuri) condizioni di forte criticità per la sicurezza del sistema elettrico strettamente connesse al verificarsi di fenomeni come: riduzione della potenza regolante di frequenza e tensione, progressiva riduzione dell'inerzia del sistema, over-generation da impianti rinnovabili nelle ore centrali della giornata, crescente ripidità della rampa serale del carico residuo (causata dalla drastica e repentina riduzione della produzione solare nelle ore serali) ed aumento delle situazioni di congestioni di rete a causa della distribuzione disomogenea degli impianti rinnovabili sul territorio nazionale (principalmente localizzati al Sud).

Il sistema di accumulo è definito dall'Autorità come "un insieme di dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, funzionale ad assorbire e rilasciare energia elettrica, previsto per funzionare in maniera continuativa in parallelo con la rete con obbligo di connessione di terzi o in grado di comportare un'alterazione dei profili di scambio con la rete elettrica (immissione e/o prelievo)", quest'ultimo è un dispositivo fondamentale per gestire le problematiche sopraelencate al fine di stabilizzare la RTN. I requisiti del servizio di rete Fast reserve e dell'energy shifting impattano quindi sul dimensionamento degli impianti e sulla scelta dei componenti.

2.1 Localizzazione dell'impianto

Il sistema di accumulo elettrochimico sarà realizzato nei pressi della sottostazione utente 150/30 kV nel comune di Deliceto in località "Piano di Amendola" a servizio dell'impianto fotovoltaico in agro di Candela in località "Zona Industriale"

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>			
Elaborato: RELAZIONE SULL’IMPIANTO DI ACCUMULO			
Rev:		Data:	Foglio
00	01	Giugno 2022	3 di 23



3. LEGGI, NORMATIVE E REGOLAMENTI DI RIFERIMENTO

L’impianto sarà realizzato a regola d’arte, come prescritto dalle normative vigenti. Le caratteristiche dell’impianto stesso, nonché dei suoi componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali;
- alle prescrizioni di autorità provinciali;

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: RELAZIONE SULL'IMPIANTO DI ACCUMULO											
Rev:								Data:		Foglio	
00	01							Giugno 2022		4 di 23	

- alle prescrizioni di autorità regionali;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Un elenco indicativo delle norme alla base della progettazione è riportato a seguire:

- Leggi e decreti

Normativa generale:

Legge 1 marzo 1968, n. 186: disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione e impianti elettrici ed elettronici.

Legge 9 gennaio 1991, n. 10: norma per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79: attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica.

Decreto Ministero dell'Ambiente 22 dicembre 2000: finanziamento ai comuni per la realizzazione di edifici solari fotovoltaici ad alta valenza architettonica.

Direttiva CE 27 settembre 2001, n. 77: sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato dell'elettricità (2001/77/CE).

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.

Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003: attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

Decreto Legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004: Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137

Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006: Norme in materia ambientale (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006).

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>										
Elaborato: RELAZIONE SULL'IMPIANTO DI ACCUMULO										
Rev:								Data:		Foglio
00	01							Giugno 2022		5 di 23

Decreto Ministero Sviluppo Economico del 10 settembre 2010: Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili. (G.U. n. 219 del 18 settembre 2010)

Decreto legislativo n. 28 del 3 marzo 2011: Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE (G.U. n. 71 del 28 marzo 2011);

Decreto Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del 30 marzo 2015: Linee guida per la verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale dei progetti di competenza delle regioni e province autonome, previsto dall'articolo 15 del decreto- legge 24 giugno 2014, n. 91, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 agosto 2014, n. 116.

Sicurezza:

D.Lgs. 81/2008 (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

DM 37/2008: sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

Norme Tecniche

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 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e 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 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 60555-1 (CEI 77-2): disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>- Progetto definitivo -</i>											
Elaborato: RELAZIONE SULL'IMPIANTO DI ACCUMULO											
Rev:						Data:			Foglio		
00	01								Giugno 2022		6 di 23

CEI EN 60439 (CEI 17-13): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

UNI EN 12464-1 Illuminazione nei luoghi di lavoro

Serie composta da:

CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS).

CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): prescrizioni particolari per i condotti sbarre

CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso

-Quadri di distribuzione (ASD).

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

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 EN 62305 (CEI 81-10): protezione contro i fulmini.

Serie composta da:

CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): principi generali.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: RELAZIONE SULL’IMPIANTO DI ACCUMULO											
Rev:						Data:			Foglio		
00	01								Giugno 2022		7 di 23

CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): valutazione del rischio.

CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.

CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.

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

CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

CEI 0-3: guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati.

UNI 10349: riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

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 13-4: sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): apparati 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): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari -Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).

CEI 64-8, parte 7, sezione 712: sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione.

4. DESCRIZIONE del sistema di accumulo

4.1 Generale

Il sistema di accumulo è costituito da due sottosistemi speculari, ciascuno caratterizzato dalla metà della potenza e dell'energia nominale dell'intero impianto.

Gli obiettivi di progetto sono quelli di:

- Erogare il servizio “Fast Reserve” che ha come finalità principale il miglioramento della stabilità della RTN tramite la regolazione ultra-rapida di frequenza;

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: RELAZIONE SULL’IMPIANTO DI ACCUMULO									
Rev:					Data:			Foglio	
00	01						Giugno 2022	8 di 23	

- Ottimizzare l'utilizzo di energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, tramite l'energy shifting, accumulando energia durante le ore di maggiore ventosità in cui si presentano picchi di produzione dell'impianto fotovoltaico e fornendo energia alla rete nelle ore di maggiore necessità;
- Predisporre l'impianto a futuri servizi di rete richiesti da Terna riguardanti i sistemi di accumulo in ottica di adattare la rete RTN a gestire i radicali cambiamenti del sistema elettrico nazionale, come ad esempio regolazione secondaria, bilanciamento e regolazione di tensione.

Questi obiettivi impattano sul dimensionamento e sulla scelta dei componenti, pertanto nel seguito vengono illustrati i principali requisiti di ciascun servizio.

4.2 Servizi

4.2.1 Faste Reserve

Il servizio di regolazione ultra-rapida “Fast Reserve” di Terna, è volto a migliorare la risposta dinamica della rete nei primi istanti durante i transitori di frequenza. Tale servizio è da intendersi distinto da quello di regolazione primaria, ma strettamente coordinato con questo per coadiuvare la stabilità dinamica di frequenza.

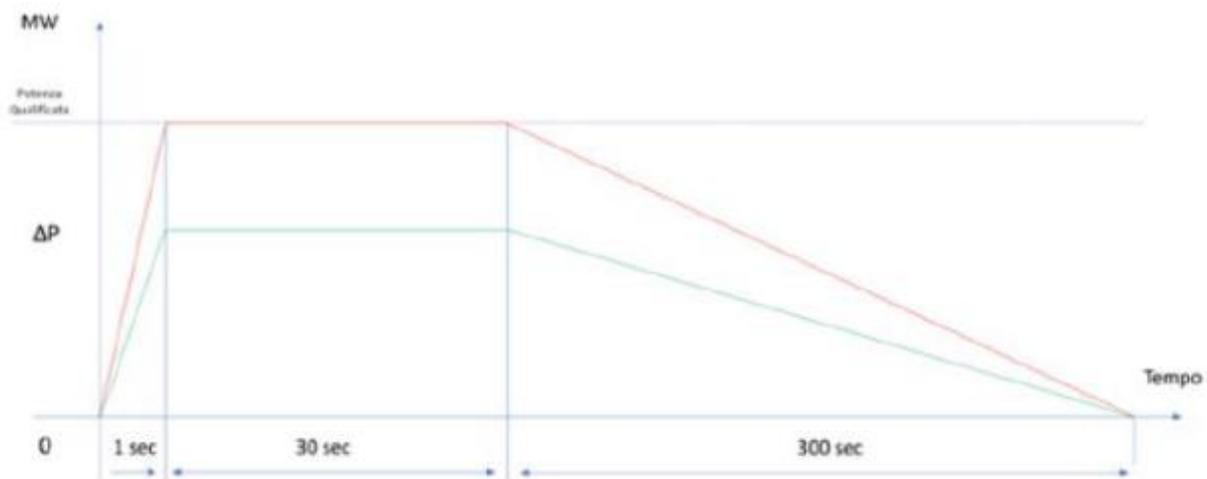


Figura 1 - Fast Reserve - Rampe e Derampe

Nello specifico il servizio di Fast Reserve è bidirezionale e consiste nel fornire una risposta continua ed automatica in potenza attiva, proporzionale all'errore di frequenza, entro 1 secondo dall'evento che ha determinato l'attivazione del servizio e con un tempo di avviamento della risposta entro 300 millisecondi. Il profilo di potenza richiesto deve essere mantenuto per almeno 30 secondi e deve eseguire, successivamente, in 5 minuti una de-rampa lineare fino ad annullare il contributo attivato.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>										
Elaborato: RELAZIONE SULL’IMPIANTO DI ACCUMULO										
Rev:								Data:		Foglio
00	01							Giugno 2022		9 di 23

La fast Reserve Unit deve disporre di una capacità energetica tale da consentire stabilmente lo scambio con la rete di un valore di potenza almeno pari alla potenza qualificata, sia a salire sia a scendere, per almeno 15 minuti continuativi ogni due ore. I Dispositivi di Fast Reserve Unit devono soddisfare i requisiti della norma CEI 0-16, in particolare in ogni condizione di esercizio, devono essere in grado di rimanere in parallelo alla rete, per valori di tensione nel punto di connessione alla rete, compresi nel seguente intervallo: $85\% V_n \leq V \leq 115\% V_n$ per punti di connessione con tensione nominale minore o uguale a 150 kV.

La Fast Reserve Unit, nell’ambito della fornitura del servizio, deve essere in grado rendere disponibile al Punto di Verifica del servizio la Potenza Qualificata a salire e a scendere all’interno del Blocco di Ore di Disponibilità al fine di asservire al servizio di riserva ultra-rapida di frequenza. Inoltre dovrà essere dotata, a livello di singolo Dispositivo, dell’Unità per la Verifica della Regolazione Rapida di Frequenza (UVRF), dell’apparato di misura Phasor Measurement Unit (PMU), collegata ai sistemi del Gestore per il tramite di protocollo IEC37.118, e dell’Unità Periferica di Distacco e Monitoraggio (UPDM), ai fini dell’asservimento al Sistema di Difesa. Per il tramite dell’apparato UPDM deve essere possibile, in ambo i versi, attivare la risposta della FR con un tempo massimo di 200ms dalla ricezione del comando sull’apparato UPDM. Per Dispositivi connessi direttamente alla RTN dovrà essere disponibile anche il comando di apertura dell’interruttore del Dispositivo che deve rispettare gli stessi tempi di risposta.

4.2.2 Energy Shifting

I sistemi di accumulo dell’energia distribuita stanno diventando componenti essenziali per funzionamento della rete elettrica, dove il continuo aumento di generazione distribuita da fonti di energia rinnovabile (FER) sta provocando un forte aumento di flussi di potenza non programmabili.

In particolare la crescita esponenziale di potenza fotovoltaica installata provoca un forte sbilanciamento tra previsione e reale produzione. L’utilizzo di tecnologie di accumulo per ottimizzare la produzione rinnovabile diventa quindi fondamentale poiché riduce i picchi di produzione nei momenti di overgeneration ed eroga potenza in rete nei momenti di maggiore carico. Ne consegue una migliore gestione degli sbilanciamenti e permette arbitraggi del prezzo dell’energia.

4.3 Dimensionamento del sistema di accumulo

L’impianto è stato dimensionato rispettando le caratteristiche del servizio “Fast reserve” e l’ottimizzazione dei flussi di potenza dell’impianto fotovoltaico.

I parametri qualificati al servizio di rete “Fast Reserve” sono:

- Potenza Qualificata (lettera p, art.1 comma 2 del Regolamento): 10 MW
- Potenza Massima Erogabile (lettera r), art.1, comma 2 del Regolamento): 11,764 MW
- Energia Qualificata: 12,97 MWh in AC

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: RELAZIONE SULL’IMPIANTO DI ACCUMULO									
Rev:					Data:			Foglio	
00	01						Giugno 2022	10 di 23	

Considerando le opportune efficienze di conversione e la profondità di scarica delle batterie (DoD) è stata calcolata l’Energia Nominale in DC. Considerando inoltre un C-rate 1 è stata definita la Potenza Nominale AC.

- Potenza Nominale AC: 11,3 MVA $\cos\phi=1$
- Energia Nominale in DC (BOL): 11,3 MWh

4.4 Configurazione impianto

L’impianto sarà connesso alla Cabina MT di Sottostazione a valle del dispositivo di interfaccia come da ammesso dalla norma CEI 0-16 per un “sistema di accumulo posizionato nella parte di impianto in corrente alternata a valle del contatore dell’energia generata”.

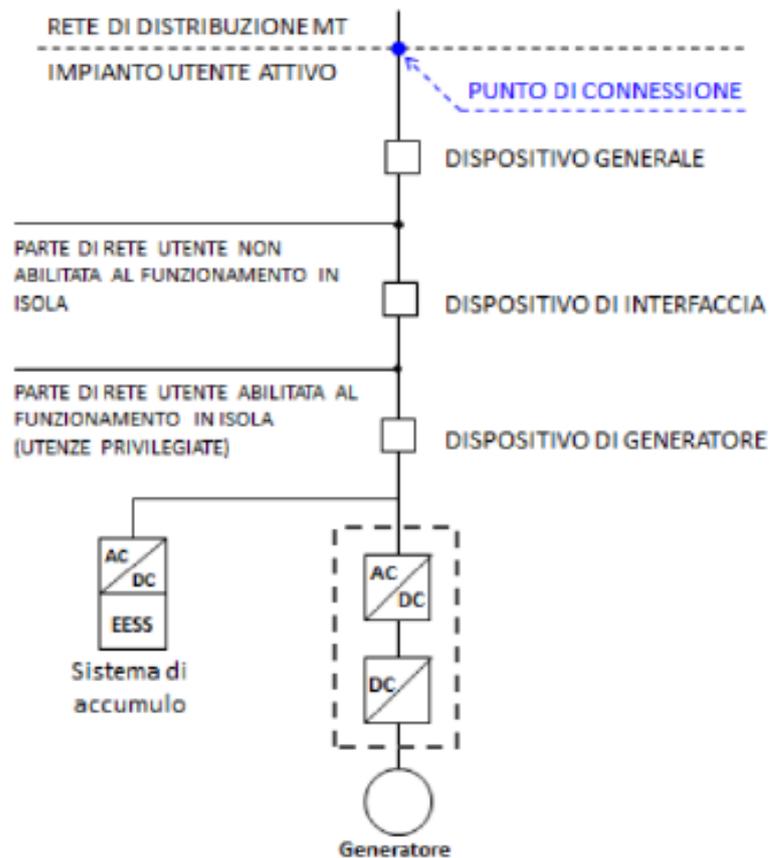


Figura 2 Connessione alla rete dell’impianto BESS come da CEI0-16

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: RELAZIONE SULL'IMPIANTO DI ACCUMULO											
Rev:								Data:		Foglio	
00	01							Giugno 2022		11 di 23	

Come da Figura che segue l'impianto si costituisce di un sottosistema con un interruttore MT, un trasformatore MT/BT a doppio secondario e due inverter. All'inverter sono connessi in parallelo sul bus DC 17 cubiognuno composto dalla serie di 34 racks.

In totale sono quindi previsti:

- 1 scomparti con interruttore MT;
- 1 trasformatori a doppio secondario
- 4 inverter
- 17 cubi
 - 34 battery rack (17 rack per cubo)
 - 278 battery module (8 module per rack)

Sistema di accumulo	
Potenza Sistema di Accumulo	10 MW
Tipologia di custodia	Cubo
Temperatura ambiente di funzionamento massima	40.0 °C
Massima Altitudine	1000 m slm
Voltaggio Medio	33 kV
Rumore a distanza di 1 m	80 db (A)
Intervallo di temperatura per il funzionamento	5°C fino a 50°C
Modulo batterie	
Produttore Batterie	CATL
Modello Batteria	M52280- P
Materiale Batterie	LFP (Litio-Ferro-Fosfato)
Potenza	42.27 kW
Numero di cicli di vita	8.000
Battery Rack	
N° di moduli per racks	8
Potenza	338.17 kW
Numero totale di racks	34
Inverter	

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>												
Elaborato: RELAZIONE SULL’IMPIANTO DI ACCUMULO												
Rev:						Data:			Foglio			
00	01							Giugno 2022			12 di 23	

Modello e produttore	Power Electronics, PCSk-Frame 2
AC operating voltage	690 V
Number of cores (inverter blocks)	4
Cubi	
Numero di Cubi	17
Numero di Battery racks per cubo	2
Sistema di spegnimento incendio	Solid Aerosol

L'impianto sarà composto di elementi alloggiati all'interno di locali (indoor) e di elementi da esterno (outdoor), suddivisi funzionalmente come segue:

- Locale batterie in container comandi ESS:
 - Batterie;
 - Quadri BT in corrente continua per il parallelo dei rack batterie;
 - Quadri BT in corrente alternata per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
 - Heating Ventilating and Air Contitioning (HVAC)
- Power Conversion System (PCS):
 - Inverter;
 - Trasformatore BT/MT.
- Locale Servizi Ausiliari e Controllo in container comandi ESS:
 - Battery Management System (BMS);
 - Fire Fighting System (FFS);
 - ESS SCADA;
 - UPS;
 - Quadri BT in corrente alternata per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
 - Dispositivi Terna (PMU, UPDM, UVRF) per abilitazione impianto a servizio "Fast Reserve".
- Cabina MT di sottostazione Utente:
 - Quadri MT

4.4.1 Inverter

L'inverter bidirezionale è un elemento fondamentale di interconnessione tra le batterie funzionanti in corrente continua (DC) ed la rete elettrica esercita in corrente alternata (AC). Tramite la commutazione degli IGBT l'inverter è in grado effettuare la conversione continua-alternata per scaricare in rete l'energia immagazzinata nelle batterie ed è in grado di

Progetto:

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

– Progetto definitivo –

Elaborato:

RELAZIONE SULL'IMPIANTO DI ACCUMULO

Rev:								Data:	Foglio
00	01							Giugno 2022	13 di 23

effettuare la conversione alternata-continua per caricare le batterie con gli eccessi di produzione. L'inverter utilizzato è quindi un "due quadranti" nel piano tensione-corrente, essendo in grado di gestire correnti sia positive che negative e tensioni solo positive.

I principali componenti dell'inverter, individuabili in Figura che segue, sono:

- Fusibili - hanno il compito di proteggere i dispositivi dal sovraccarico e dal corto-circuito;
- Interruttore DC motorizzato - collega / scollega l'inverter e il banco batterie;
- Modulo di conversione - è costituito da tre ponti IPM-IGBT che convertono la corrente DC in AC;
- Contattore AC - collega / scollega automaticamente l'inverter dalla rete;
- Filtro EMC - ha il compito di ridurre il ripple sulle batterie e gli accoppiamenti di modo comune;
- Filtro LCL - ha il compito di ridurre le armoniche immesse in rete;
- Control unit - ha il compito di modulare gli IGBT tramite un algoritmo di controllo avanzato basato su la SVM (Space Vector Modulation), di gestire lo scambio di potenza con la rete monitorando i valori di tensione e frequenza e di comunicare con i sistemi di controllo di livello superiore;
- Circuito di precarica – consente una energizzazione graduale dei condensatori dell'inverter.

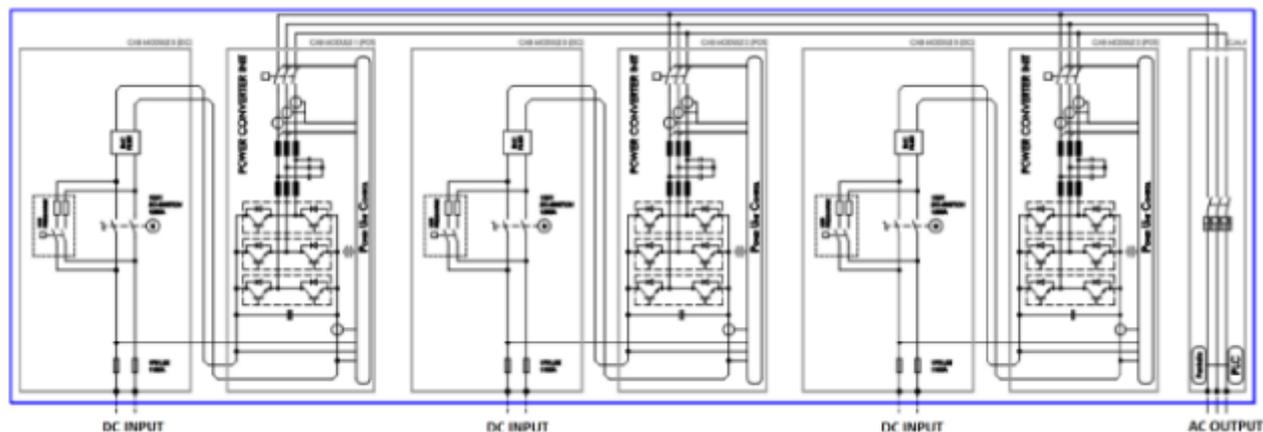


Figura 3 Schema Unifilare dell'inverter

L'inverter è conforme alla norma CEI 0-16:2019-04 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica" rispettandone tutte le prescrizioni, tra cui, ma non solo:

- low voltage ride through,
- gestione potenza reattiva per regolazione di tensione e di cosfi,
- range di tensione di funzionamento,

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: RELAZIONE SULL’IMPIANTO DI ACCUMULO									
Rev:					Data:			Foglio	
00	01						Giugno 2022	14 di 23	

- frequency ride through
- total harmonic distortion.

L’inverter selezionato inoltre rispetta i requisiti minimi per l’erogazione del servizio “Fast Reserve”, tra cui:

- fornisce la risposta con attivazione senza ritardi intenzionali e comunque entro 1 secondo dall’evento che ha determinato l’attivazione del servizio; il tempo di avviamento della risposta non è superiore a 300 millisecondi;
- Precisione dinamica: la sovrerelongazione dovuta alla presenza di regolatori PID opportunamente tarati non supererà in nessuna condizione operativa il 5% (Figura 4);
- Precisione statica: trascorso 1 secondo dalla variazione della deviazione di frequenza che ha determinato l’attivazione del servizio (ovvero del set-point di telepilotaggio), e in assenza di ulteriori variazioni, l’effettivo scambio di potenza si discosta al più del $\pm 1\%$ della Potenza Qualificata rispetto al valore atteso (Figura 4);
- il controllore ammette qualunque inversione di fase, senza soluzione di continuità e nel tempo di risposta massimo di 1 secondo, tra contributi a salire e a scendere.

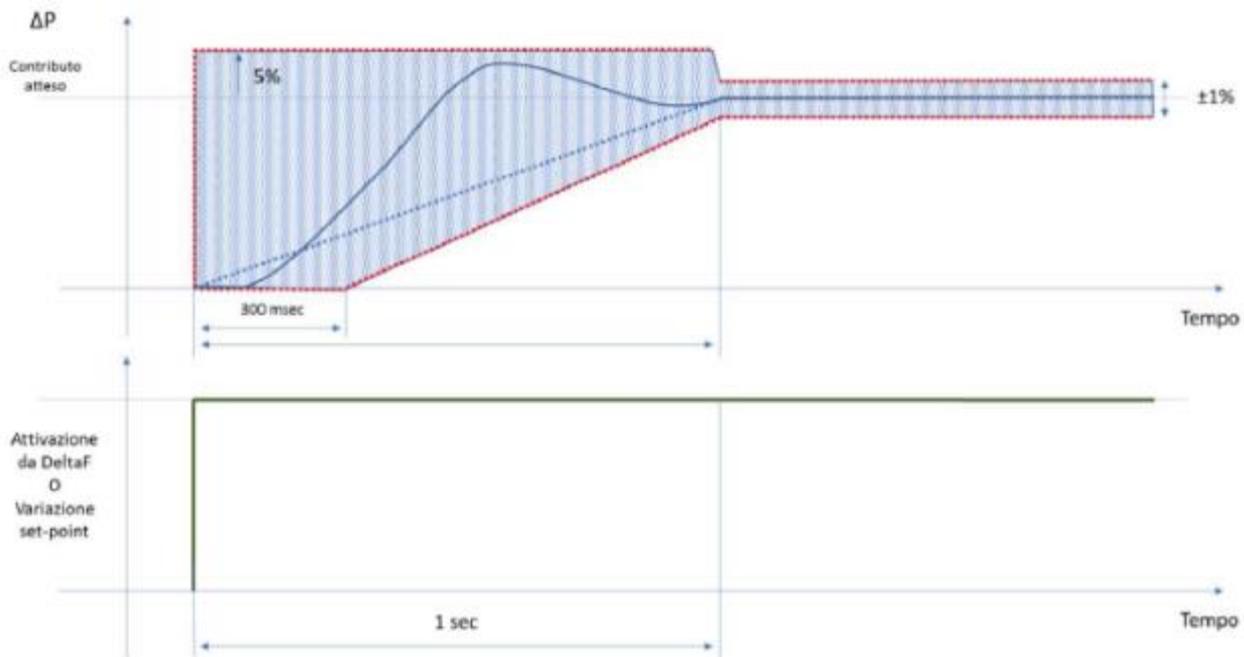


Figura 4 Requisiti Fast Reserve: Rampa e precisione statica e dinamica

L’inverter può funzionare con un fattore di potenza (PF) variabile a seconda della necessità, con diversi set-point di lavoro interni al cerchio di, il cui raggio è la potenza apparente della macchina. La capability è quindi circolare alla tensione nominale non presentando limitazioni né sulla potenza attiva né sulla potenza reattiva. L’inverter quindi risulta pienamente in grado di erogare servizi quali regolazione di tensione Q(V) o regolazione del cosfi.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: RELAZIONE SULL'IMPIANTO DI ACCUMULO											
Rev:								Data:		Foglio	
00	01							Giugno 2022		15 di 23	

4.4.2 Trasformatore

Verrà installato un trasformatore MT/BT in olio da 3,3 MVA per adattare la tensione di 400V in uscita dagli inverter alla tensione 30kV delle barre MT di sottostazione. Il trasformatore è connesso lato MT agli scomparti di sottostazione e lato BT a due inverter.

Ciascun inverter è connesso su un secondario dedicato al fine di separare galvanicamente i due circuiti BT ed evitare disturbi dovuti alla modulazione ad alte frequenze dei convertitori. Ogni avvolgimento BT è inoltre del tipo "a triangolo" per bloccare la circolazione di componenti di terza armonica.

L'avvolgimento MT è del tipo a stella.

Ciascun trasformatore è posizionato tra i due inverter outdoor ed è collegato ad essi mediante barrature rigide.

- Potenza nominale 3300 kVA
- Tensione primario 30 kV
- Tensione secondario 400 V
- Vcc% 6%
- Isolamento Olio
- Raffreddamento ONAF
- Gruppo Yd11d11

4.4.3 Quadro MT

All'interno della Sottostazione Utente, nel Quadro MT di Sottostazione è previsto uno scomparto dedicato alla connessione dei sottosistemi dell'ESS. Allo scomparto è collegato il trasformatore mediante linea MT interrata.

Lo scomparto è realizzato in lamiera di acciaio zincata ed è equipaggiato di:

- Interruttore isolato in SF6
- Relè di protezione 50-51-50N-51N
- Sezionatore di linea
- Sezionatore di messa a terra
- Dispositivi di blocco a chiave
- Interblocco organi di manovra

Vista la distanza limitata tra protezione e trasformatore non è reputata necessaria l'adozione di protezione direzionale 67N.

4.4.4 Quadri BT

I quadri BT di comando dell'ESS sono del tipo quadri di potenza, quadri ausiliari e quadri di comando.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: RELAZIONE SULL'IMPIANTO DI ACCUMULO											
Rev:								Data:		Foglio	
00	01							Giugno 2022		16 di 23	

I quadri di potenza sono posizionati all'interno dell'area batterie e sono:

- N.2 QUADRI FUSIBILI, uno per ciascun Pack batterie contengono i fusibili di protezione di ogni rack e sono predisposti per accogliere le barre di parallelo DC.

I quadri ausiliari garantiscono la distribuzione elettrica e l'alimentazione a tutti i dispositivi installati, in particolare sono previsti:

- N.1 QUADRO AUSILIARI ESS per alimentare luce, forza motrice, hvac, ausiliari dei PCS, i quadri ausiliari PACK e i quadri di controllo. Riceve alimentazione dal trasformatore MT/BT ausiliari di sottostazione ed è posizionato nel locale AUSILIARI E CONTROLLO.
- N.2 QUADRI AUSILIARI PACK per alimentare le ventole delle batterie, i rack batteria e tutti i dispositivi installati nel locale batterie.

I quadri di controllo, alimentati dal quadro ausiliari ess, sono:

- N.1 QUADRO SCADA ESS per il controllo di tutti i dispositivi facenti parte del sistema di accumulo. Contiene un HMI (Human Machine Interface) per la gestione dell'operatore in sito e tutto il necessario per garantire il monitoraggio e il controllo remoto dell'impianto.
- N.1 QUADRO TERNA contenente tutti i dispositivi necessari per abilitare l'impianto all'erogazione del servizio Fast reserve (PMU, UPDM, UVRF).

4.4.5 Cavi

Cavi MT

Tutte le linee elettriche di collegamento in media tensione saranno realizzate attraverso l'utilizzo di cavo del tipo ARE4H5E(X) 18/36 kV. In particolare all'interno della sottostazione questo cavo viene impiegati per il collegamento dagli scomparti MT ai trasformatori del sistema di accumulo.

Si tratta di cavi unipolari elicordati, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma circolare. Tale cavo presenta uno spessore maggiorato della guaina che ne migliora notevolmente la resistenza allo schiacciamento e all'impatto. Grazie a queste peculiarità, si rende adatto alle installazioni fisse interne o esterne, posato in aria o direttamente o indirettamente interrato, anche in ambienti bagnati.

A seguire si riportano le caratteristiche tecniche:

Progetto:

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

– Progetto definitivo –

Elaborato:

RELAZIONE SULL'IMPIANTO DI ACCUMULO

Rev:										Data:	Foglio
00	01									Giugno 2022	17 di 23

Conduttore	Corda di alluminio rotonda compatta classe 2
Materiale del semi-conduttore interno	Mescola semiconduttrice
Isolante	Polietilene reticolato XLPE
Materiale del semi-conduttore esterno	Mescola semiconduttrice
Materiale per la tenuta all'acqua	Nastro semiconduttore igroespandente
Schermo	Nastro in alluminio longitudinale avvolto a cilindro
Guaina esterna	Polietilene
Colore guaina esterna	Rosso
Tensione nominale U_0/U	18/30(36) kV
Temperatura massima di esercizio	90° C
Temperatura minima di posa	-20° C
Temperatura massima di corto-circuito	250° C
Sforzo massimo di trazione	50 N/mm ²
Raggio minimo di curvatura durante l'installazione	20 volte il diametro esterno massimo
Raggio minimo di curvatura per installazione fissa	15 volte il diametro esterno massimo
Tenuta all'acqua radiale	Si
Tenuta all'acqua longitudinale	Si

Cavi BT

Tutti i cavi BT ausiliari esterni ai quadri sono cavi del tipo FG16(O)R16 conformi alla normativa CPR. Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale. Per posa fissa all'interno e all'esterno, anche in ambienti bagnati; per posa interrata diretta e indiretta, per installazione all'aria aperta, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari. Adatto per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio.

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e l'emissione di calore, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: RELAZIONE SULL'IMPIANTO DI ACCUMULO											
Rev:						Data:			Foglio		
00	01							Giugno 2022			18 di 23

Tutti i cavi ausiliari di alimentazione di dispositivi a 12 e 24V sono del tipo twistato e schermato con schermo messo a terra ad entrambe le estremità.

Cavi BT interni ai quadri

I cavi interni ai quadri ausiliari e ai quadri di controllo sono del tipo N07V-K 450/750 V. Sono cavi unipolari flessibili, per energia e cablaggio, isolati in polivinilcloruro (PVC).

Cavi DC

I cavi di potenza DC utilizzati tra ciascun rack batterie e il relativo quadro fusibili e tra il quadro fusibili e l'ingresso DC dell'inverter sono del tipo H1Z2Z2-K conformi alla normativa CPR.

Questi cavi risultano particolarmente adatti per applicazioni in corrente continua per le loro peculiarità. Sono isolati con gomma Z2, sotto guaina Z2, con conduttori flessibili stagnati, non propagano la fiamma, sono senza alogeni e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.

Cavi di segnale e comunicazione

Tutti i cavi di segnale e comunicazione e tutti i cavi di alimentazione a 24V saranno del tipo schermato e twistato con lo schermo messo a terra ad entrambe le estremità.

Conduttori di protezione

I conduttori di protezione sono in cavo FS17 di colore giallo verde per le apparecchiature installate indoor e in corda nuda in rame per la connessione alla maglia di terra delle apparecchiature installate outdoor.

Dimensionamento e verifica dei cavi

Isolamento dei cavi

I cavi utilizzati in corrente alternata devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (Uo/U) non inferiori a 0,75/1kV, in modo da essere compatibili con le tensioni caratteristiche dei sistemi in cui sono installati. Mentre i cavi in corrente continua poiché lavorano a livelli di tensione maggiore e sono sottoposti a condizioni di funzionamento più gravose per gli isolanti devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (Uo/U) non inferiori a 1/1,5kV.

Verifica della portata

La portata dei cavi I_z dipende dal tipo di posa, dalla temperatura ambiente in cui lavora il cavo, dalla vicinanza o meno di altri conduttori attivi e dalla disposizione dei cavi (fascio o strato). Per determinare i coefficienti di riduzione delle portate ordinarie dei cavi vengono utilizzate le tabelle CEI UNEL 35024/1 per i cavi posati in aria libera e CEI-UNEL 35026 per i cavi interrati. La portata del cavo viene quindi determinata secondo la seguente relazione:

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

dove:

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: RELAZIONE SULL'IMPIANTO DI ACCUMULO											
Rev:						Data:			Foglio		
00	01							Giugno 2022			19 di 23

Iz = Portata effettiva del cavo

I0 = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20° C;

K1 = Fattore di correzione per temperature diverse da 20° C;

K2 = Fattore di correzione per gruppi di più cavi installati sullo stesso piano;

K3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m;

K4 = Fattore di correzione per resistività termica del terreno diversa da 1,5 k*m/W.

Verifica della caduta di tensione

Il calcolo è svolto in modo tale che la somma delle cadute di tensione medie (che in valore relativo coincidono con le perdite di potenza) dei vari tratti in cavo compresi fra le stringhe e l'ingresso lato DC dell'inverter non superi il valore di progetto del 1,5%. Le cadute di tensione vengono calcolate considerando la corrente pari alla corrente alla massima potenza delle stringhe, il che rende cautelativo il dimensionamento in quanto, per natura della conversione fotovoltaica, associata alla radiazione solare, la condizione di funzionamento alla massima potenza risulta limitata nel tempo e mediamente le correnti di impiego dei cavi risultano essere più basse. La caduta di tensione è definita dalla relazione:

$$\Delta U = 2 \times R \times I \times L$$

dove:

ΔU = caduta di tensione;

R = resistenza per unità di lunghezza del conduttore in Ω/km ;

I = corrente in A;

L = lunghezza della linea in km.

Colori distintivi dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare, i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti, rispettivamente ed esclusivamente, con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. I conduttori di fase devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: grigio (cenere), marrone, nero.

Per i cavi in Corrente Continua si utilizzerà la colorazione Rossa per la polarità positiva e la colorazione nera per la polarità negativa.

Sezioni minime e cadute di tensione ammesse

Le sezioni dei conduttori sono calcolate in funzione della corrente di impiego e della lunghezza dei circuiti, affinché non vengano superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL 35024-70 e 35023-70 e la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto. In realtà nelle

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: RELAZIONE SULL'IMPIANTO DI ACCUMULO									
Rev:					Data:			Foglio	
00	01						Giugno 2022	20 di 23	

applicazioni fotovoltaiche si tende a sovradimensionare le sezioni dei cavi per aumentare i margini di sicurezza e diminuire le perdite per effetto Joule.

Dimensionamento dei conduttori di protezione

Il dimensionamento dei conduttori di protezione sarà effettuato considerando le sezioni dei conduttori di fase, a seguire si riporta la regola prevista dalla normativa CEI 64-8:

$$\begin{aligned}
 S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\
 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\
 S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2
 \end{aligned}$$

dove:

- Sf è la sezione del conduttore di fase (mm²);
- SPE è la sezione del conduttore di protezione (mm²);

Tubi e canalizzazioni

I conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, etc.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da ermettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque, il diametro interno non deve essere inferiore a 16 mm. Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi. Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione con impiego di opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo che, nelle condizioni di installazione, non sia possibile introdurvi corpi estranei; inoltre, deve risultare agevole la dispersione del calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo. Le giunzioni di conduttori interrati vanno eseguite utilizzando idonee muffole opportunamente sigillate attraverso la colata di resina al loro interno.

Criteri di verifica della protezione contro i contatti indiretti

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

All'impianto di terra devono essere collegati tutte le masse metalliche accessibili.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: RELAZIONE SULL'IMPIANTO DI ACCUMULO											
Rev:						Data:			Foglio		
00	01							Giugno 2022			21 di 23

Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione

I conduttori che costituiscono l'impianto devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi e da corto circuiti.

Sovraccarico

Secondo la norma CEI 64-8/4, le caratteristiche di funzionamento del dispositivo di protezione delle condutture contro i sovraccarichi (interruttore automatico magnetotermico) devono rispondere alle seguenti due condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f = 1,45 \cdot I_z$$

Dove

I_b = corrente di impiego del circuito;

I_z = portata in regime permanente della conduttura;

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione.

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione.

Per la parte in corrente continua del sistema non si prevede la protezione del sistema contro i sovraccarichi, in quanto la massima corrente erogabile dal campo fotovoltaico, nel punto di massima potenza, è approssimabile alla massima corrente che il campo è in grado di erogare in condizioni di cortocircuito.

E quindi l'unica condizione da verificare è:

$$I_b = I_z$$

Riducendo il valore I_z con opportuni coefficienti correttivi che tengono delle condizione termiche di esercizio dei cavi.

Corto circuito

Per la parte di circuito in corrente continua la protezione contro il corto circuito è assicurata dalla presenza di fusibili a intervento rapido ed extrarapido installati nella BPU (Battery Protection Unit), nei quadri fusibili e negli ingressi DC degli inverter.

Per le varie sezioni in alternata occorre proteggere le condutture dalle correnti di corto circuito di ritorno dalla rete mediante l'inserimento di interruttori automatici magnetotermici che devono avere potere di interruzione superiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. Bisogna quindi verificare che $I_2t = K^2 S^2$ sull'energia passante ricorrendo alla curva caratteristica del dispositivo scelto, le sezioni di cavo adottate e le correnti di corto circuito nel punto di consegna dell'energia.

4.4.6 Impianto antincendio

L'impianto antincendio nei locali del container di comando ESS è costituito da una zona in cui è prevista

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: RELAZIONE SULL'IMPIANTO DI ACCUMULO											
Rev:						Data:			Foglio		
00	01							Giugno 2022			22 di 23

la sola rilevazione incendio (locale ausiliari e controllo) e da una zona in cui è prevista sia la rilevazione che lo spegnimento (locale batterie).

La rilevazione è gestita da sensori di temperatura e di fumo installati a soffitto. Per lo spegnimento sono previste invece bombole di gas installate nel locale ausiliari e controllo che mediante apposite condutture, in caso di incendio, saturano l'atmosfera del locale batterie.

La scarica del gas è pilotata da appositi pulsanti manuali installati all'esterno dell'edificio o dalla centralina Fire Fighting Unit installata nel locale ausiliari e controllo. La centralina inoltre, mediante connessione alla rete internet, consente la supervisione dello stato del sistema da remoto. In caso di mancanza di alimentazione di rete la centralina è dotata di batterie tampone che ne assicurano l'alimentazione per 24h.

La scarica del gas nel locale batterie è inibita da appositi pulsanti manuali installati all'esterno dell'edificio o da sensori di porta aperta installati nel locale batterie.

Apposite targhe ottico-acustiche sono previste sia all'esterno dell'edificio che all'interno nei locali adibiti ad ospitare le apparecchiature del sistema di accumulo.

Il gas previsto per l'estinzione incendio è il Novec123, il più moderno standard applicato ai sistemi di accumulo a batterie a litio.

Il fluido Novec 1230 è un agente estinguente sviluppato come alternativa ad halon e idrofluorocarburi (HFC), un agente chimico di nuova generazione, formulato per equilibrare la sicurezza per le persone, con le prestazioni e l'ambiente. Il fluido Novec 1230 è un fluoroketone-C6 con formula chimica CF_3 , CF_2 , $C(O)CF(CF_3)_2$, mentre altri agenti come FM-200 sono HFC (HFC-227ea). Il fluido Novec 1230 ha un potenziale di riscaldamento globale (GWP) minore di 1 mentre gli HFC hanno un GWP tipicamente superiore a 3000. Il fluido Novec 1230 è uno dei agenti che non crea danni per l'uomo. L'utilizzo di gas Novec1230 consente di

- Estinguere un incendio in pochi secondi, prima che divampi, con una rapidità che altri sistemi non hanno. Questa caratteristica è fondamentale per sistemi di accumulo a batterie a liquido in quanto in caso di thermal runaway delle celle è indispensabile bloccare il processo nei primi istanti.
- Non danneggiare parti elettroniche ed elettrochimiche (il fluido Novec 1230 è un sistema estinguente che non contiene acqua, che non lascia residui e che non è elettricamente conduttivo).
- Garantire la miglior sicurezza alle persone
- Non avere un prodotto soggetto al phasedown degli HFC ai sensi del regolamento sugli FGas in Europa o di qualsiasi ente normativo globale, compreso il protocollo di Montreal.
- Salvare spazio, perchè il prodotto viene immagazzinato come liquido e scaricato come gas, occupando circa l'80% di spazio in meno rispetto ai sistemi a gas.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,482 MWp E SISTEMA DI ACCUMULO DI 10 MW SITO NEL COMUNE DI CANDELA (FG) IN ZONA INDUSTRIALE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: RELAZIONE SULL’IMPIANTO DI ACCUMULO											
Rev:								Data:		Foglio	
00	01							Giugno 2022		23 di 23	

4.4.7 SCADA di impianto e comunicazione

Lo SCADA “Supervisory Control And Data Acquisition” di impianto è installato nel quadro ESS SCADA. Mediate diversi protocolli di comunicazione, quali Modbus RTU, Modbus TCP/IP, CAN, Profinet o equivalenti scambia dati con tutti i dispositivi in impianto e li comanda in modo sincronizzato.

L’ESS SCADA gestisce, dialoga e/o monitora:

- Gli inverter
- Il battery management system, i rack batteria e i singoli moduli batteria
- Le centraline termometriche dei trasformatori
- I condizionatori
- Gli ausiliari
- I dispositivi TERNA (PMU, UPDM, UVRF)

L’ESS SCADA connesso ad internet fornisce il pieno controllo del sistema di accumulo da remoto per esigenze O&M.

4.4.8 Dispositivi Terna

L’infrastruttura per la verifica della regolazione Fast Reserve è costituita da:

- Phasor Measurement Unit (PMU)
- Unità Periferiche dei sistemi di Difesa e Monitoraggio (UPDM)
- Unità per la Verifica della Regolazione Rapida di Frequenza (UVRF)
- Remote Terminal Unit

4.4.9.PMU

La PMU, Phasor measurement unit, è il dispositivo che consente la misura rapida e precisa delle grandezze della rete elettrica. La PMU della Fast Reserve Unit è installata in corrispondenza delle sbarre AT della stazione di consegna. La PMU deve essere integrata nei sistemi di controllo di Terna con cui vanno condivise le specifiche di dettaglio.

4.4.10.UPDM

Nell’ambito del Piano di difesa del sistema elettrico sono previsti sistemi di difesa ad azione correttiva che attuano azioni di distacco, a fronte di eventi predefiniti, o di modulazione della produzione. A tal fine, presso gli impianti di produzione asserviti ai suddetti sistemi di difesa deve essere predisposto un apparato periferico di difesa e monitoraggio (detto anche apparato periferico di telescatto o 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 telescatto o dal sistema centrale di difesa di Terna.