

PROPONENTE:



SOCIETA' APPARTENENTE AL GRUPPO:



Progetto Definitivo

PARCO EOLICO "CALTAGIRONE"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DI POTENZA NOMINALE PARI A 54,00 MW
INTEGRATO CON UN SISTEMA DI ACCUMULO DA 36,00 MW
E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE

REV	DATA	ESEGUITO	REVISIONATO	APPROVATO
01	11/07/23	S.Cercio	F. Giancola	F. Giancola

TITOLO ELABORATO

Relazione tecnica sistema di accumulo BESS 36 MW - 72 MWh

CODICE ELABORATO

CAL - PD - R43

PROGETTAZIONE:



OIKO ENERGY DI FRANCESCO GIANCOLA

Via Monte Pagano 41, 65124 (PE)

www.oikoenergy.it



Il Titolare

Indice

1	Introduzione.....	3
2	Soggetto proponente.....	4
3	Leggi, normative e regolamenti di riferimento.....	5
4	Descrizione del sistema di accumulo.....	10
4.1	Generalità.....	10
4.1.1	Energy shifting.....	10
4.1.2	Regolazione di frequenza primaria.....	11
4.1.3	Regolazione di frequenza secondaria.....	12
4.1.4	Regolazione di frequenza terziaria.....	12
4.1.5	Bilanciamento.....	13
4.1.6	Risoluzione delle congestioni.....	13
4.1.7	Regolazione della tensione.....	14
4.1.8	Rialimentazione del sistema elettrico.....	14
4.2	Allegato A.79 Codice di Rete.....	15
4.2.1	Capability di potenza reattiva.....	16
4.3	Dimensionamento sistema di accumulo.....	18
4.4	Configurazione impianto.....	18
4.5	Batterie.....	22
4.6	Inverter.....	24
4.7	Trasformatore.....	26
4.8	Quadro MT.....	28
4.9	Quadri BT.....	28
4.10	Opere civili – Fondazioni container.....	29



4.11	Cavi.....	30
4.11.1	Cavi 36 kV.....	30
4.11.2	Cavi BT.....	33
4.11.3	Cavi BT interni ai quadri.....	37
4.11.4	Cavi DC.....	39
4.11.5	Cavi di segnale e comunicazione	41
4.11.6	Cavi di protezione.....	41
4.11.7	Dimensionamento e verifica dei cavi	43
4.12	Impianto di terra.....	48
4.13	Luce e FM	48
4.14	Impianto antincendio.....	49
4.15	Impianto HVAC.....	50
4.16	UPS.....	51
4.17	SCADA di impianto e comunicazione.....	51

1 Introduzione

La Società Wind Energy Caltagirone S.r.l. intende realizzare un sistema di accumulo elettrochimico di potenza ed energia nominale rispettivamente pari a 36MW-72MWh accoppiato ad un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica di potenza pari 54MW.

L'obiettivo del sistema di accumulo è quello di rendere meno aleatoria la produzione non programmabile dell'impianto eolico e, in funzione delle future disposizioni del Gestore di rete, svolgere servizi di rete in ottica di adattare la RTN a gestire i radicali cambiamenti del sistema elettrico nazionale, come ad esempio regolazione primaria, regolazione secondaria, bilanciamento e regolazione di tensione.

Il sistema di accumulo ricadrà nel territorio Comunale di Caltagirone (CT); la sua posizione è identificata dalle coordinate geografiche: 37°18'13.76"N, 14°35'58.17"E.



Figura 1: Posizione area d'installazione del sistema di accumulo



2 Soggetto proponente

Tabella 1: Dati soggetto proponente

Denominazione	WIND ENERGY CALTAGIRONE S.R.L.
Indirizzo sede legale	Pescara (PE), via Caravaggio 125, CAP 65125
N° REA	PE - 421381
Codice fiscale e n. iscrizione al Registro delle Imprese	02349170684
Forma giuridica	Società a Responsabilità limitata
Socio Unico	BLUNOVA S.R.L.
Amministratori	Fabio Maresca nato a Pescara (PE) in data 03/07/1967, codice fiscale: MRSFBA67L03G482J Stefano Falconio nato a Lanciano (CH) in data 10/12/1978, codice fiscale: FLCSFN78T10E435N



3 Leggi, normative e regolamenti di riferimento

L'impianto sarà realizzato a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 e s.m.i. 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;
- 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.

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).

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 Pres. Regione Sicilia n° 48 del 18/07/2012: Regolamento recante norme di attuazione dell'art. 105, comma 5, della legge regionale 12 maggio 2010, n. 11.

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.

Legge Regione Sicilia n° 16 del 10 agosto 2016: Recepimento del Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia approvato con decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380

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 $I_n = 16$ 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.

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.

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 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).

TICA:

Delibera ARG-elt n. 99-08 TICA: testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

Delibera ARG-elt n. 179-08: modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica.

Allegato A.79 al codice di Rete: approvazione dall'ARERA con delibera 99/2023 in materia di impianti con sistemi di accumulo elettrochimico: Condizioni generali di connessione alle reti AAT e AT- Sistemi di protezione regolazione e controllo che definisce i requisiti tecnici di connessione alla rete AT/AAT degli impianti di accumulo.

Precisazione:

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.



4 Descrizione del sistema di accumulo

4.1 Generalità

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)".

Sono di seguito descritti alcuni dei servizi di rete che un sistema di accumulo elettrochimico può svolgere.

4.1.1 *Energy shifting*

I sistemi di accumulo dell'energia distribuita stanno diventando componenti essenziali per il 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 una sovrapproduzione nelle ore centrali della giornata. 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.

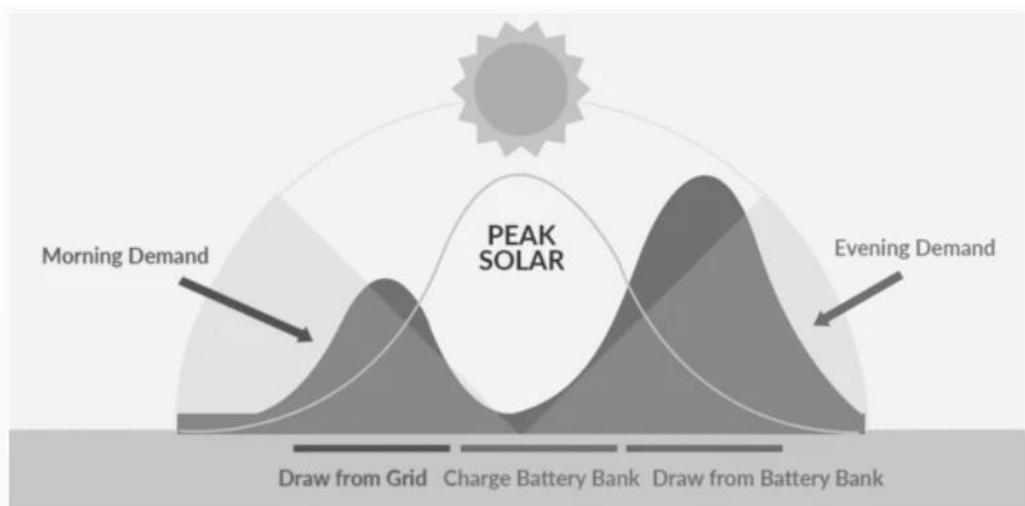


Figura 2: Energy shifting

4.1.2 Regolazione di frequenza primaria

La rete elettrica italiana è caratterizzata da un valore di frequenza che deve rimanere, ai fini dell'affidabilità del sistema, prossimo al valore nominale di 50 Hz. A tal fine, è necessario che sia garantito un equilibrio costante fra energia prelevata dalle unità di consumo e l'energia immessa dalle unità di produzione; uno sbilanciamento fra queste due quantità provoca un transitorio di frequenza. La frequenza deve essere quindi ripetutamente regolata per ricondurla al valore nominale. Il servizio di riserva primaria di frequenza che realizza tale regolazione è attualmente obbligatorio per le unità di produzione di potenza maggiore di 10 MW, che riservano l'1,5% della propria potenza a tale servizio.



La diffusione delle fonti rinnovabili ha comportato la progressiva riduzione delle unità di produzione convenzionali a parità di fabbisogno energetico e di conseguenza una riduzione delle unità che soddisfano il servizio di regolazione primaria.

Gli impianti rinnovabili sono attualmente esenti dalla fornitura della regolazione primaria (riservare una banda di energia per la regolazione della frequenza significherebbe sfruttare appieno il potenziale rinnovabile), mentre gli accumuli possono essere validi sostituti delle unità convenzionali, poiché tecnologicamente idonei allo scopo. Difatti, mediante attenta progettazione, i sistemi di accumulo possono essere caratterizzati da tempo di risposta molto rapidi, idonei a svolgere il servizio di regolazione primaria.

4.1.3 Regolazione di frequenza secondaria

Esiste sempre un errore di frequenza a regolazione primaria completata, che deve essere ulteriormente corretto localmente, nella zona in cui si è originato lo squilibrio, mediante un ulteriore servizio di riserva, noto come regolazione di frequenza secondaria.

Le unità di produzione abilitate (obbligatoriamente le unità termoelettriche e idroelettriche) alla fornitura della regolazione secondaria devono rendere disponibile un margine di riserva pari al maggiore tra ± 10 MW e $\pm 6\%$ della potenza massima delle unità termoelettriche, e pari al $\pm 15\%$ della potenza massima per le unità idroelettriche.

È evidente che anche la regolazione secondaria è un servizio che possono tecnicamente svolgere i sistemi di accumulo, se dimensionati con un adeguato rapporto fra energia e potenza nominali.

4.1.4 Regolazione di frequenza terziaria

La riserva terziaria ha l'obiettivo di costruire opportuni margini di potenza al fine di poter variare i programmi in immissione e prelievo senza creare congestioni e mantenendo la stabilità del sistema, anche in presenza di guasti inattesi. Tale regolazione non avviene in automatico come le precedenti, ma mediante appositi ordini di dispacciamento di Terna, con l'obiettivo di garantire l'operabilità di riserve da parte delle singole unità, in grado di erogare entro 15 minuti almeno 10

MW/15 minuti per almeno 2 ore (riserva terziaria rotante) e di riserve che integreranno l'utilizzo delle precedenti erogando almeno 10 MW ogni 2 ore per un intervallo di tempo illimitato (riserva terziaria di sostituzione).

Qualora venissero abilitati, i sistemi di accumulo potrebbero efficacemente realizzare tale servizio, se opportunamente dimensionati, fornendo un vantaggio significativo se sostituitivi rispetto ai gruppi convenzionali, considerando che tale riserva, coinvolgendo potenze maggiori per tempi più lunghi, ha un onere maggiore rispetto alla primaria e alla secondaria.

4.1.5 Bilanciamento

Il bilanciamento prevede che il gestore di rete provveda a garantire un corretto rapporto fra energia prelevata ed energia immessa in rete, garantendo che il flusso di energia rimanga conforme alle richieste oscillatorie dell'utenza. L'unità che partecipa al servizio di bilanciamento deve sostanzialmente possedere come requisito tecnico la possibilità di fornire una potenza >3MW ogni 15 minuti. La remunerazione di tale servizio avviene partecipando al Mercato del Bilanciamento.

La partecipazione degli accumuli è possibile se l'accumulo stesso è caratterizzato da un elevato rapporto di energia/potenza, oggi posto pari a quattro ore per le unità idroelettriche.

4.1.6 Risoluzione delle congestioni

La congestione di una linea di trasmissione dell'energia elettrica si verifica quando la capacità di trasporto dell'energia da parte della rete di trasmissione deve essere adattata per eccessi di produzione o di consumo di energia.

L'installazione dei sistemi di accumulo a valle degli elementi più critici della rete, che si trovano in condizioni prossime alla congestione, è una applicazione fattibile; il sistema di accumulo può essere infatti sfruttato immagazzinando l'energia quando la rete non è sovraccarica e restituendola nei momenti di maggiore richiesta. Viceversa, se la congestione è dovuta ad un eccesso di produzione, il sistema di accumulo può essere installato a monte, in prossimità

dell'impianto di produzione e può essere sfruttato per immagazzinare l'energia che congestionerebbe la rete.

4.1.7 Regolazione della tensione

I livelli di tensione nei nodi principali della rete elettrica devono essere mantenuti stabili e affidabili. La regolazione di tensione avviene attraverso la riserva di una quota di potenza reattiva da parte delle unità abilitate. Operativamente, in caso di variazione della tensione rispetto ai valori nominali ai morsetti dei gruppi di generazione (regolazione primaria) o in specifici punti della rete indicati da Terna (regolazione secondaria), avverrà la modulazione della potenza reattiva erogata o assorbita dagli impianti utente.

I sistemi di accumulo, in tale contesto, potrebbero fornire il servizio di regolazione della qualità della tensione nella rete elettrica; considerando l'impossibilità di trasmettere potenza reattiva su lunghe distanze, un'applicazione distribuita di sistemi di accumulo in prossimità dei centri di carico potrebbe costituire una modalità efficace di gestione del supporto di tensione. Qualora lo storage venisse abilitato a svolgere uno dei servizi di dispacciamento precedenti e per questo remunerato, la regolazione di tensione potrebbe tradursi in un obbligo normativo.

4.1.8 Rialimentazione del sistema elettrico

Qualora la rete sia interessata da un guasto generalizzato, il ripristino della stessa prevede che siano specifici gruppi abilitati a riavviarsi autonomamente (tipicamente centrali idroelettriche o turbogas), garantendo che ci sia sempre una riserva di potenza disponibile alla rialimentazione del sistema elettrico.

I sistemi di accumulo possono fornire una riserva di potenza ed energia pronta all'uso, identificandosi come potenziali centrali di ripartenza autonoma.



4.2 Allegato A.79 Codice di Rete

L'impianto di accumulo segue le indicazioni e rispetta i requisiti definiti dall'*Allegato 79 – Impianti con sistemi di accumulo elettrochimico*.

In particolare, richiamando sinteticamente alcuni dei requisiti principali dell'A.79 (cui si rimanda per completezza) l'impianto di accumulo:

- Rispetta le specifiche prescrizioni per la connessione (*paragrafo 6.1.2 – Connessioni di tipo 2 – sezioni 36 kV di stazioni Terna*)
- è progettato, costruito ed esercito per restare connessi alla rete elettrica in tutti gli stati del sistema; devono essere in grado di restare connessi alla rete e funzionare per un tempo indefinito per tutti i valori di potenza attiva e reattiva quando la tensione del punto di connessione di trova in intervalli specifici definiti dall'*Allegato (paragrafo 6.2 – Limiti di funzionamento)*
- è in grado di restare connesso alla rete e di funzionare con valori di derivata di frequenza fino a 2,5Hz/s (*paragrafo 6.3 – Resistenza alla derivata di frequenza*)
- è in grado di mantenere la connessione con la rete in caso di guasti esterni che si trovano all'interno dei profili di sotto-tensione e sovra-tensione riportati nel *paragrafo 6.4 – Insensibilità alle variazioni di tensione*
- in assenza di guasto sulla rete o di interruzioni di fase, inietta una corrente di sequenza inversa tale che il grado di dissimmetria della tensione nel punto di consegna rispetti i limiti del *paragrafo 6.5.1 – Dissimmetria delle correnti*
- rispetta i livelli di distorsione armonica totale della corrente e della tensione riportati nei *paragrafi 6.5.2 e 6.5.3 – Distorsione armonica della corrente e della tensione*
- rispetta i criteri di protezione e taratura degli impianti di accumulo - per impianti di accumulo integrati nella rete MT di impianti eolici e fotovoltaici (*paragrafo 7.3 – Impianti di accumulo integrati nella rete MT di impianti eolici e fotovoltaici*)
- include le seguenti funzionalità:
 - o controllo della produzione
 - o modalità di avviamento e riconnessione alla rete



- regolazione della potenza attiva
- sistemi di teledistacco e modulazione rapida della produzione
- black start
- inerzia sintetica
- supporto alla tensione durante i guasti
- gestione dello stato di carica

secondo i singoli requisiti riportati nei paragrafi da 8.1 a 8.10.

4.2.1 *Capability di potenza reattiva*

Un impianto di Accumulo deve essere progettato per fornire risorse di potenza reattiva che possono essere utilizzate dal Gestore ai fini del controllo di tensione della rete. I requisiti minimi di capability di potenza reattiva di un impianto di Accumulo sono definiti in termini di capability d'impianto al Punto di Connessione.

L'impianto di accumulo è dimensionato per rispettare i seguenti requisiti relativi allo scambio di potenza reattiva al punto di connessione riportati nel paragrafo 8.3 dell'Allegato A79.

Quando l'impianto di accumulo è alla sua potenza nominale, in funzione della tensione di rete, è in grado di scambiare una potenza reattiva corrispondente a qualsiasi punto identificato nella superficie rossa di Figura 3.

Quando la tensione di rete è alla tensione nominale, l'impianto di accumulo garantisce una capability circolare tagliata orizzontalmente dalla potenza attiva P_{nd} (come indicato nell'area rossa di Figura 4).

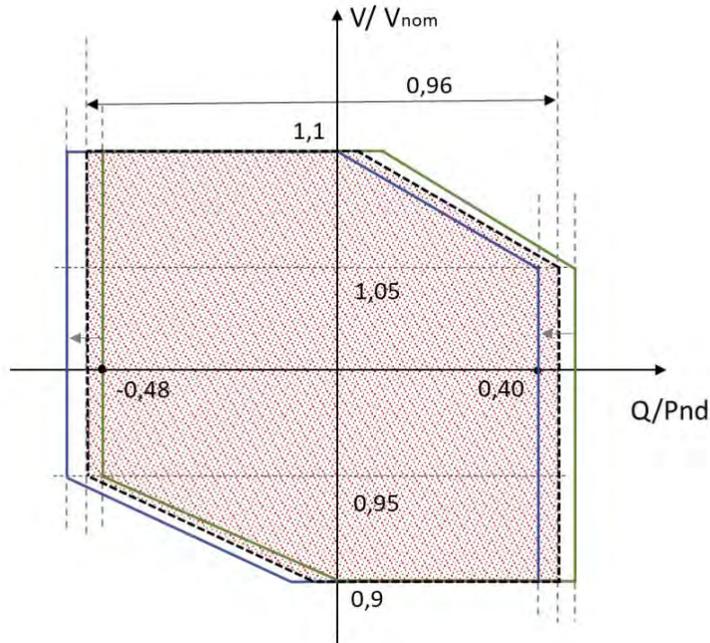


Figura 3: Curva di capability V/Q dell'impianto di accumulo al punto di connessione AT lato 36 kV

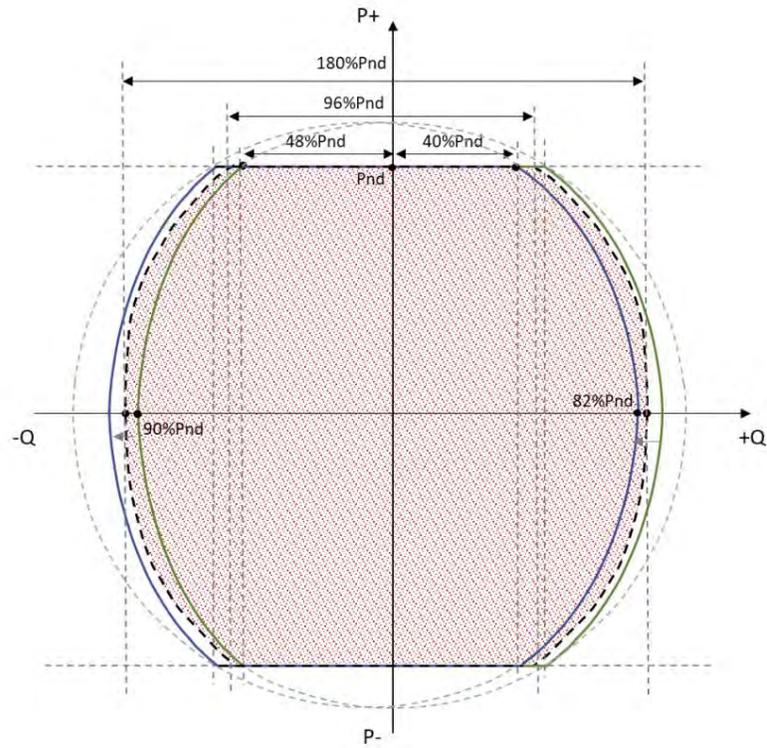


Figura 4: Capability P/Q dell'impianto di accumulo al punto di connessione AT lato 36 kV

4.3 Dimensionamento sistema di accumulo

Il sistema di accumulo è stato dimensionato in funzione della taglia dell’impianto eolico autorizzato e in previsione di futuri ulteriori sviluppi.

Considerando le opportune efficienze di conversione, la profondità di scarica (DoD) e la degradazione delle batterie, è stata calcolata l’Energia installata in DC; l’energia utilizzabile, o nominale, è pari a 72 MWh. Considerando un C-rate 0,5 è stata definita la Potenza Nominale AC. Riassumendo:

Tabella 2: Dimensionamento BESS

Potenza Nominale AC	36 MW
Energia Nominale (Installata) in DC	82,8 MWh
Energia Utilizzabile in DC	72,0 MWh

4.4 Configurazione impianto

Le batterie e i PCS saranno connessi ai trasformatori BT/MT presenti per ognuna delle unità base. I trasformatori saranno collegati tra loro in “entra – esci” e distribuiranno la potenza erogata o assorbita dalle batterie verso gli scomparti MT ubicati nella cabina di consegna a 36 kV.

Come da

Figura 5 l’impianto si costituisce di dodici sottosistemi ciascuno dei quali dotato di tre interruttori MT, un trasformatore MT/BT a doppio secondario e due inverter. A ciascun inverter sono connessi in parallelo sul bus DC 15 battery rack (che costituiscono un battery pack) ognuno composto dalla serie di 15 moduli batteria.

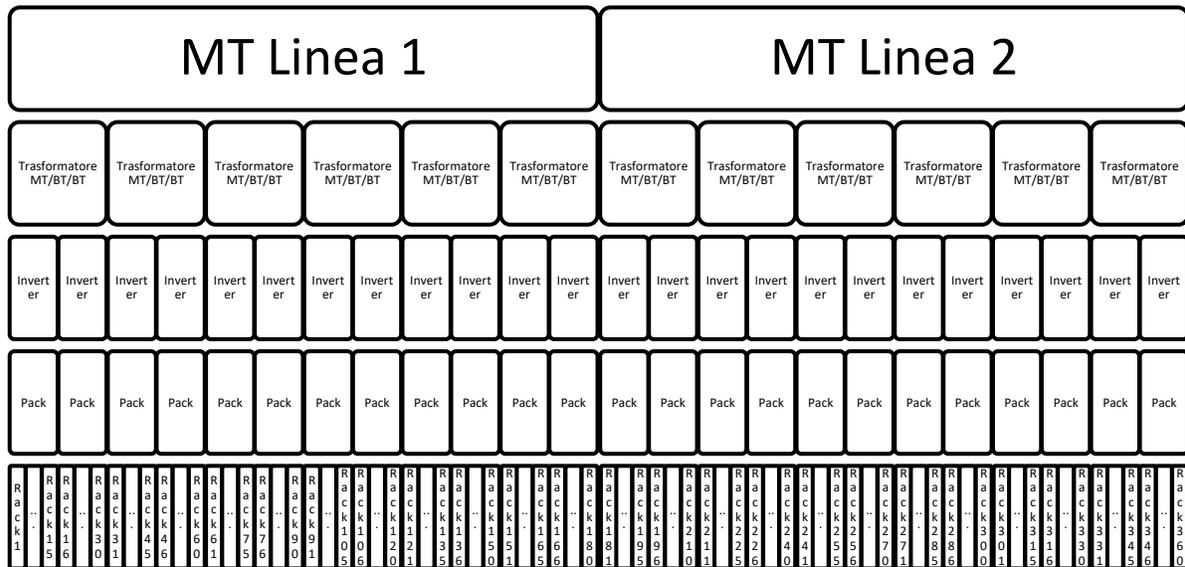


Figura 5: Configurazione BESS

L'impianto sarà composto di elementi alloggiati all'interno di container suddivisi funzionalmente come segue e come illustrato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**:

- Un container ausiliari e controllo
- Dodici container PCS
- Ventiquattro container Batterie ESS
- Edificio di consegna 36 kV

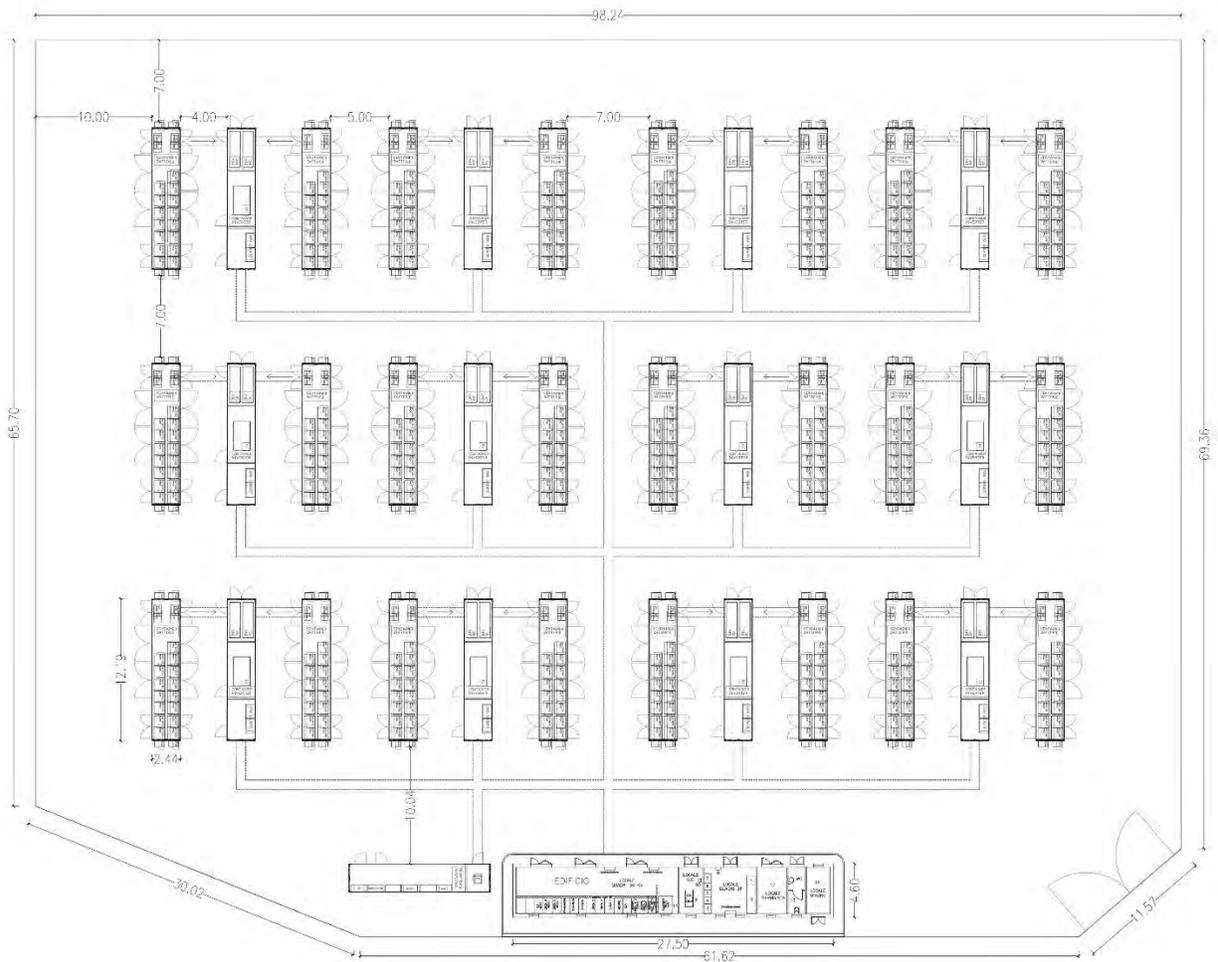


Figura 6 Area Sistema di Accumulo - Pianta

Nel seguito una descrizione delle componenti principali che ogni container ospita:

- Un container di ausiliari e controllo, dotato di:
 - Quadri di distribuzione degli ausiliari BR
 - Quadri di controllo
 - Quadri di monitoraggio
 - Quadri di comunicazione
- Dodici container PCS, ognuno dei quali ospita:
 - Due inverter
 - Un trasformatore a doppio secondario
 - Un Quadro MT

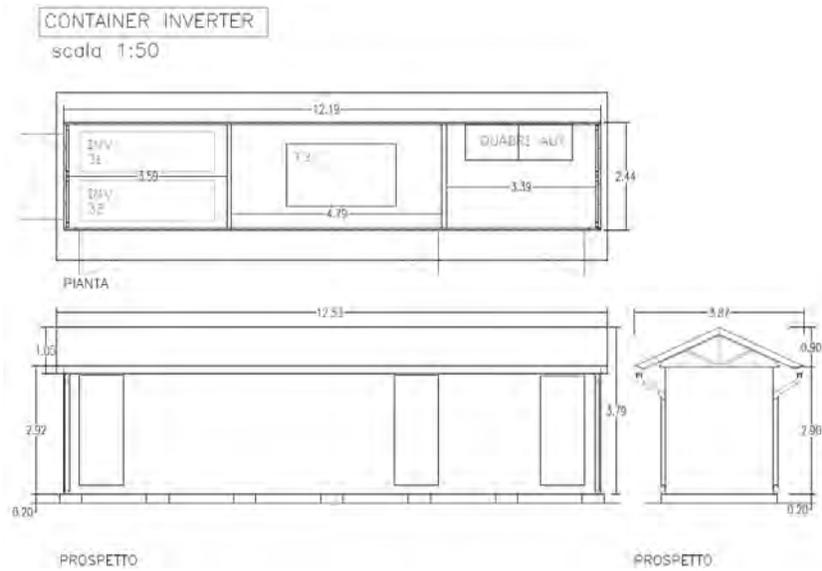


Figura 7: Container inverter - Pianta e Prospetto

- Ventiquattro container Batterie ESS
 - Quindici rack per pack
 - Un Quadro di parallelo
 - Un sistema di spegnimento incendio
 - Quadri ausiliari
 - Heating Ventilating and Air Contitioning (HVAC).

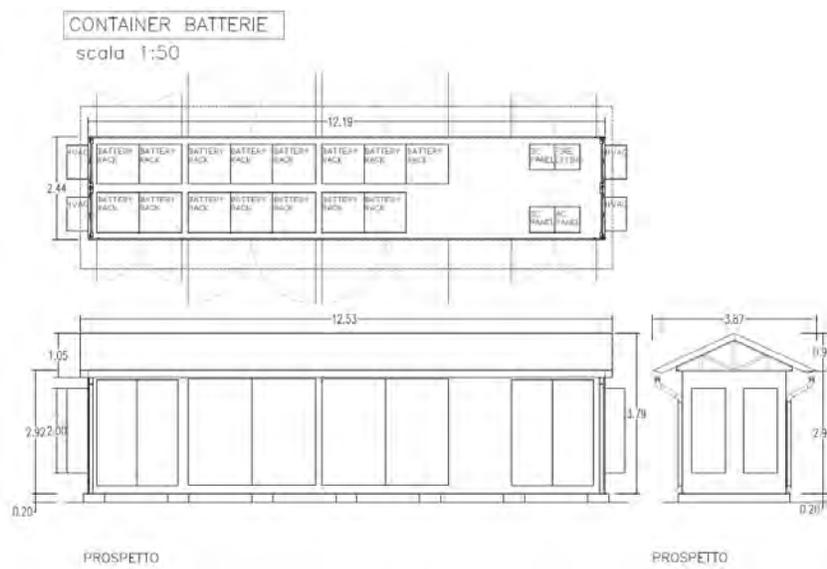


Figura 8: Container Batterie – Pianta e Prospetto

4.5 Batterie

Il progetto prevede l'installazione di 5400 moduli batterie al Litio-Ferro-Fosfato (LFP), composti da una specifica configurazione di celle elementari disposte in serie e in parallelo; i moduli raggruppati in serie da 15 compongono i singoli rack, 15 dei quali in parallelo compongono a loro volta i pack.

La capacità di un singolo rack è di 230 kWh che moltiplicata per 360 rack fornisce l'Energia installata a inizio vita (BOL) pari a 82,8 MWh.

BESS Features	
Type	LFP
Total number of rack	360
Total installed energy BOL	82,8 MWh
Number of modules per Rack	15
Capacity per Rack	230 kWh
Nominal Volt	1152 V
Voltage Range	1008-1296 V
Raccomended Operting Temperature of BESS	10 °C to 30 °C
Humidity	up to 95%
Size	1000*938*2400 mm ³
Weight	2.465,5 kg

Tabella 3: Dati di targa del BESS

Di seguito una descrizione dei componenti elementari che gerarchicamente costituiscono il sistema d'accumulo e le relative energie:



Main Components			
Component	Appaerance	Model	Energy
Cella		FE105A	0,336 kWh
Modulo		76.8NESP200	15,4 kWh
Rack		768100230	230 kWh

Tabella 4: Cella, modulo e rack batterie

Ciascun rack comunica con un BMS (Battery Bank Management System), il sistema di gestione che consente di monitorare e trasmettere informazioni sullo stato di funzionamento delle celle e sui parametri del sistema (tensione, corrente, temperatura etc.).

Il BMS è costituito da:

- BMU (Battery Management UNIT)
- BCMU (Battery Cluster Management Unit)
- Control box
- BAMS (Battery Administration Management System), composto a sua volta dal BAU (Administration Management Unit) e da una HMI (Human Machine Interface).



Le varie sezioni del BMS sono gestite a loro volta dal BSCS (Battery Storage Control System), cui è imputabile la gestione dell'interno impianto, l'ottimizzazione e il monitoraggio del sistema che avviene mediante integrazione con lo SCADA, con il quale il BSCS comunica continuamente, garantendo il controllo non solo del sistema di accumulo, ma anche di tutti i quadri BT/MT, dei sistemi HVAC e degli ausiliari. Si riportano nel seguito le principali funzioni del BSCS:

- Controllo automatico/manuale in tempo real
- Controllo remoto
- Controllo locale
- Registrazione dei dati storici

Fra servizi che il BSCS ha la potenzialità di svolgere ci sono l'inseguimento del set point di potenza attiva, reattiva e fattore di potenza, time-shifting, peak-shaving, regolazione primaria, secondaria o terziaria di frequenza, bilanciamento.

4.6 Inverter

L'inverter bidirezionale è un elemento fondamentale di interconnessione tra le batterie funzionanti in corrente continua (DC) e 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 effettuare la conversione alternata-continua per caricare le batterie con l'energia proveniente dal campo eolico. 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 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.

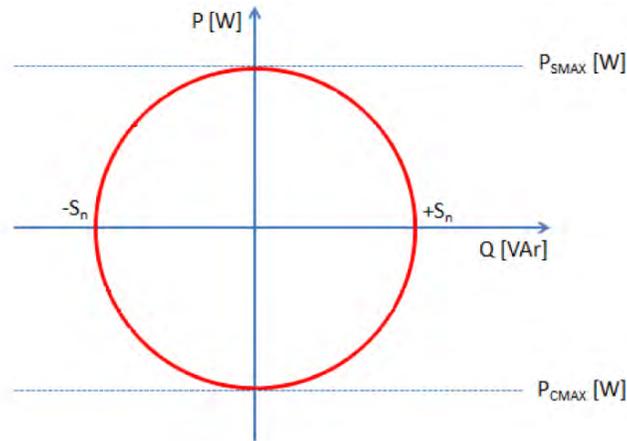
L’inverter è conforme alla norma CEI 0-16:2022-03 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica” rispettandone tutte le prescrizioni, tra cui, ma non solo:

- Low voltage ride through;
- Gestione potenza reattiva per regolazione di tensione e di cosfi;
- Range di tensione di funzionamento;
- Frequency ride through;
- Total harmonic distortion.

L’inverter può funzionare con un fattore di potenza (PF) variabile a seconda della necessità, con diversi set-point di lavoro interni al cerchio 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.



In seguito, viene riportata la caratteristica P/Q del dispositivo che risulta non limitata dalla capability delle batterie:



Il sistema di conversione verrà realizzato tramite i due inverter secondo le seguenti caratteristiche:

Potenza apparente AC	2000 kVA
Potenza nominale	1500 kW
Tensione nominale AC	690 V
Frequenza	50 Hz
THD	<3% @P _n
Efficienza	98,5 % - 99,0 %
Capability	Circolare

Tabella 5: Datasheet inverter

4.7 Trasformatore

Verranno installati dodici trasformatori MT/BT in olio da 4 MVA per adattare la tensione di 690V in uscita dagli inverter alla tensione 36 kV delle barre MT.



I trasformatori lato MT saranno connessi tra loro in configurazione “entra – esci” per il tramite degli interruttori presenti nel quadro MT di ogni PCS. Saranno quindi connessi ai 2 scomparti MT presenti nella cabina di consegna a 36 kV mediante cavidotto interrato a 36 kV.

Ciascun trasformatore lato BT è connesso 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 ed è collegato ad essi mediante barrature rigide.

Potenza nominale	4000 kVA
Tensione primario	36 kV
Tensione secondario	690 V
Vcc%	6%
Isolamento	Olio
Raffreddamento	ONAF
Gruppo	Yd11d11

Tabella 6: Datasheet Trasformatore



4.8 Quadro MT

Ogni PCS è dotato di un quadro MT costituito da:

- Sezionatore arrivo linea
- Interruttore protezione trasformatore
- Sezionatore partenza linea

Ogni 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

4.9 Quadri BT

I quadri BT sono del tipo quadri di potenza, quadri ausiliari e quadri di controllo.

I quadri di potenza sono posizionati all'interno del container batterie e sono:

- N.24 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 da 200kVA ed è posizionato nel container ausiliari.
- N.24 QUADRI AUSILIARI PACK per alimentare le ventole delle batterie, i rack batteria e tutti i dispositivi installati nel container batterie.

I quadri di controllo, alimentati dal quadro ausiliari ess, sono posizionati nel container ausiliari.

Sono previsti:

- 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.

4.10 Opere civili – Fondazioni container

In merito alle fondazioni si premette che i container hanno una lunghezza di 12 m e prevedono un appoggio a terra su più punti. Pertanto, la soluzione di minimo delle opere di fondazioni dovrà prevedere adeguato appoggio tra questi punti di contatto e il piano di calpestio.

La fondazione sarà realizzata con travi in calcestruzzo armato che si elevano 20 cm dal piano campagna al fine di garantire l'adeguata durabilità dei cabinati in acciaio.

Per avere una base necessaria a rendere la superficie idonea al transito di mezzi e veicoli dell'intera area, data la non piccola estensione superficiale dell'impianto, sarà realizzata una finitura della superficie in materiale stabilizzato di cava sistemato e compattato a rullo vibrante.

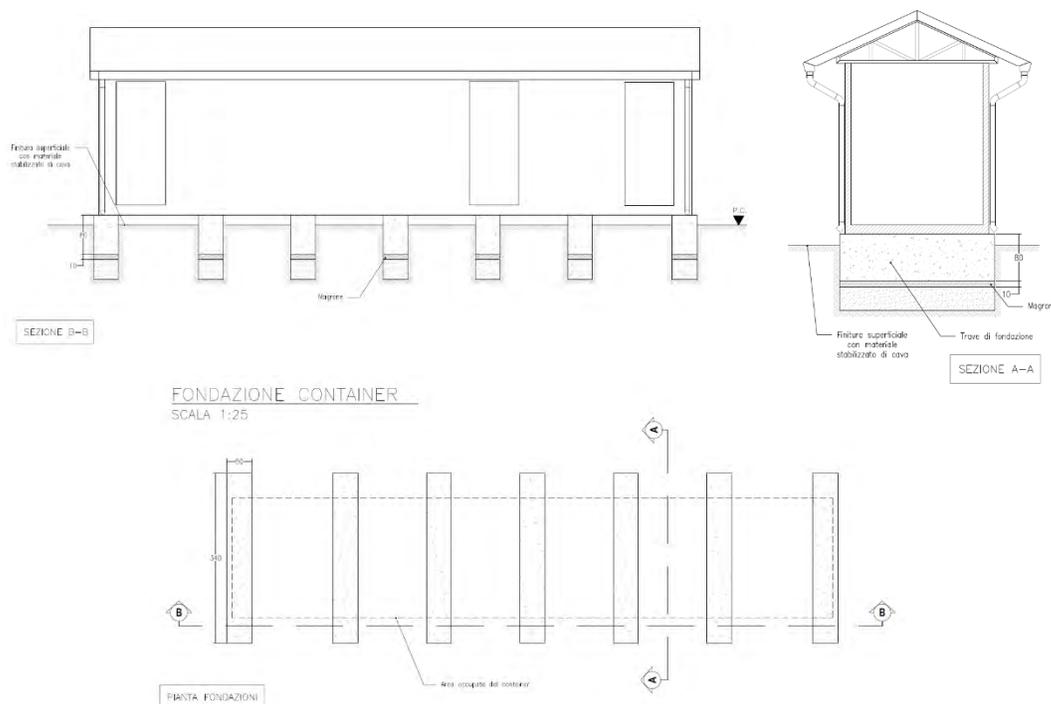


Figura 9 - Fondazione container inverter

4.11 Cavi

4.11.1 Cavi 36 kV

Tutte le linee elettriche di collegamento a 36kV saranno realizzate attraverso l'utilizzo di cavo del tipo RG77H1R 26/45 kV. In particolare, all'interno dell'area questo cavo viene impiegato per il collegamento dagli scomparti dell'edificio a 36kV ai PCS e per realizzare l'entra-esca tra i sottosistemi.

Si tratta di cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.

A seguire si riportano le caratteristiche tecniche:



CAVI MEDIA TENSIONE - ENERGIA
MEDIUM VOLTAGE CABLES - POWER

RG7H1R 1.8/3 kV - 26/45 kV

MEDIA TENSIONE - SENZA PIOMBO
MEDIUM VOLTAGE - LEAD-FREE



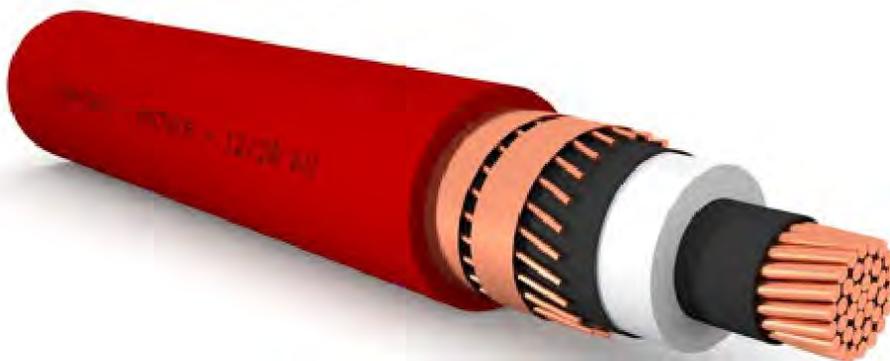
NON PROPAGANTE
LA FIAMMA
FLAME RETARDANT



SENZA PIOMBO
LEAD-FREE

RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE

Costruzione e requisiti/Construction and specifications	IEC 60502 CEI 20-13
Misura delle scariche parziali/Measurement of partial discharges	CEI 20-16 IEC 60885-3
Propagazione fiamma/Flame propagation	CEI EN 60332-1-2



Le immagini sono puramente illustrative e coperte da copyright ©

DESCRIZIONE:

Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo.
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del rame

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

DESCRIPTION:

Single-core cables, insulated with HEPR rubber of G7 quality, under PVC sheath.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- Nominal voltage U_0/U : 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Maximum operating temperature: 90°C
- Min. operating temperature: -15°C (without mechanical shocks)
- Minimum installation temperature: 0°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C
- Recommended minimum bending radius: 12 times the cable diameter.
- Recommended maximum tensile stress: 60 N/mm² of the cross-section of the copper

USE AND INSTALLATION

Suitable for energy transmission between transformer rooms and big power users. For laying on air, into tube or open pass. Can be laid underground, also if not protected, complying with art. 4.3.11 of CEI 11-17 standard.



CAVI MEDIA TENSIONE - ENERGIA
MEDIUM VOLTAGE CABLES - POWER

RG7HIR 26/45 kV

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics
U max: 52 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria In air		interato* buried*	
n° x mm²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 x 70	9,7	10,3	41,9	2150,0	280,0	315,0	255,0	260,0
1 x 95	11,4	10,3	43,8	2490,0	340,0	380,0	300,0	310,0
1 x 120	12,9	10,0	44,8	2735,0	395,0	440,0	355,0	365,0
1 x 150	14,3	9,5	45,1	3020,0	445,0	495,0	385,0	395,0
1 x 185	16,0	9,3	47,1	3395,0	510,0	570,0	440,0	450,0
1 x 240	18,3	9,3	49,2	4025,0	600,0	665,0	510,0	520,0
1 x 300	21,0	9,0	52,2	4725,0	695,0	760,0	570,0	580,0
1 x 400	23,2	9,0	54,8	5635,0	800,0	875,0	650,0	655,0
1 x 500	26,1	9,0	58,6	6825,0	930,0	1010,0	735,0	740,0
1 x 630	30,3	9,0	62,7	8260,0	1070,0	1180,0	835,0	845,0

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

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione Size	Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz		Reattanza di fase Phase reactance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz
		a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat	
		Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,15	0,21	0,15
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,14	0,20	0,16
1 x 120	0,153	0,196	0,196	0,14	0,20	0,18
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,13	0,19	0,20
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,13	0,19	0,21
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0972	0,12	0,18	0,23
1 x 300	0,0601	0,0797	0,0779	0,12	0,18	0,26
1 x 400	0,0470	0,0638	0,0616	0,11	0,17	0,28
1 x 500	0,0366	0,0517	0,0489	0,11	0,17	0,31
1 x 630	0,0283	0,0425	0,0389	0,10	0,16	0,34

Figura 10 Datasheet cavo RG7HIR



4.11.2 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 all'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.



Bassa Tensione
Low Voltage

FG16OR16 0,6/1 kV Repero®

Energia
Power

CPR (UE) n°305/11
Cca - s3, d1, a3

Regolamento Prodotti da Costruzione/ *Construction Products Regulation*
Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014
Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014

DoP n°1021/17

CEI 20-13 - CEI UNEL 35318
CEI EN 60332-1-2
2014/35/UE
2011/65/CE
CA01.00755

Costruzione e requisiti/ *Construction and specifications*
Propagazione fiamma/ *Flame propagation*
Direttiva Bassa Tensione/ *Low Voltage Directive*
Direttiva RoHS/ *RoHS Directive*
Certificato IMQ-EFP/ *IMQ-EFP Certificate*



FG16OR16 REPERO® - Cca-s3,d1,a3



DESCRIZIONE

Cavo multipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Conduttore

Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5

Isolante

Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16

Riempitivo

Mescola di materiale non igroscopico

Guaina esterna

Mescola di PVC di qualità R16

Colore anime

Normativa HD 308

Colore guaina

Grigio

Marcatura a inchiostro

BALDASSARI CAVI REPERO® FG16OR16 0,6/1 kV (sez)
Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP (anno) (m) (tracciabilità)

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura minima di esercizio: -15°C
(in assenza di sollecitazioni meccaniche)

Temperatura minima di posa: 0°C

Temperatura massima di corto circuito:
250°C fino alla sezione 240 mm², oltre 220°C

Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²

Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo. Per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno (AD7). Adatto per posa fissa su murature e strutture metalliche in aria libera, in tubo o canaletta o sistemi similari. Ammessa anche la posa interrata. Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali (rif. CEI 20-67)

DESCRIPTION

Multi-core power cable HEPR insulated (G16 quality), PVC sheathed, with special fire reaction characteristics according to Construction Products Regulation (CPR).

Conductor

Plain copper flexible wire, class 5

Insulation

Rubber HEPR compound, G16 quality

Filler

Non-hygroscopic compound

Outer sheath

PVC compound, R16 quality

Cores colour

HD 308 Standard

Sheath colour

Grey

Inkjet marking

BALDASSARI CAVI REPERO® FG16OR16 0,6/1 kV (section)
Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP (year) (m) (traceability)

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Nominal voltage U_0/U : 0,6/1 kV

Maximum operating temperature: 90°C

Minimum operating temperature: -15°C
(without mechanical stress)

Minimum installation temperature: 0°C

Maximum short circuit temperature:
250°C up to 240 mm² section, over 220°C

Maximum tensile stress: 50 N/mm²

Minimum bending radius: 4 x maximum external diameter

Use and installation

Cables suitable for electrical power system in constructions and other civil engineering works in order to limit fire spread and smoke emission. Suitable to be used indoor or outdoor, even in wet environments (AD7); it can be fixed on walls and/or metal structures, free in air, inside pipes or similar systems. Good resistance to industrial oils and greases. Suitable also for laying underground. (ref. CEI 20-67)



Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente Current rating	
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	In tubo in aria In pipe in air 30°C	In tubo interrato Underground in pipe 20°C
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/ km	A	A
2 x 1,5	1,6	0,7	1,8	9,4	127	13,3	22	23
2 x 2,5	1,9	0,7	1,8	10,3	160	7,98	30	30
2 x 4	2,5	0,7	1,8	11,3	207	4,95	40	39
2 x 6	3,0	0,7	1,8	12,5	266	3,30	51	49
2 x 10	4,0	0,7	1,8	14,4	388	1,91	69	66
2 x 16	5,0	0,7	1,8	16,6	542	1,21	91	86
2 x 25	6,2	0,9	1,8	20,8	827	0,780	119	111
2 x 35	7,6	0,9	1,8	23,0	1073	0,554	146	136
2 x 50	8,9	1,0	1,8	27,0	1498	175	168	168
2 x 70	10,5	1,1	1,8	29,9	1975	0,272	221	207
2 x 95	12,5	1,1	2,0	33,7	2560	0,206	265	245
2 x 120	13,7	1,2	2,0	37,8	3280	0,161	305	284
2 x 150	15,0	1,4	2,2	42,4	4130	0,129	334	324
3 x 1,5	1,6	0,7	1,8	9,9	141	13,3	19,5	19
3 x 2,5	1,9	0,7	1,8	10,8	182	7,98	26	25
3 x 4	2,5	0,7	1,8	11,9	242	4,95	35	32
3 x 6	3,0	0,7	1,8	13,2	316	3,30	44	41
3 x 10	4,0	0,7	1,8	15,3	472	1,91	60	55
3 x 16	5,0	0,7	1,8	17,6	666	1,21	80	72
3 x 25	6,2	0,9	1,8	22,1	1023	0,780	105	93
3 x 35	7,6	0,9	1,8	24,5	1373	0,554	128	114
3 x 50	8,9	1,0	1,8	28,1	1904	0,386	154	141
3 x 70	10,5	1,1	1,9	32,1	2530	0,272	194	174
3 x 95	12,5	1,1	2,0	36,6	3340	0,206	233	206
3 x 120	13,7	1,2	2,1	39,8	4205	0,161	268	238
3 x 150	15,0	1,4	2,3	44,4	5257	0,129	300	272
3 x 185	17,7	1,6	2,4	51,2	6587	0,106	340	306
3 x 240	19,9	1,7	2,6	58,5	8570	0,0801	398	360
3 x 300	22,4	1,8	2,8	66,1	10800	0,0641	455	-

N.B. Il coefficiente di resistività termica del terreno preso a riferimento per il calcolo della portata dei cavi interrati è di 1,5 K.m/W, profondità di posa 0,8 m. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando un circuito con 3 conduttori attivi (per cavi unipolari), eseguito considerando 2 conduttori attivi per cavi a 2 anime e 3 conduttori attivi per le altre formazioni.

N.B. The thermal resistivity coefficient used as a reference for the calculation of the underground cables current rating is 1,5 K.m/W, 0,8 m installation depth. Calculation of current rating performed considering a circuit with 3 loaded conductors (for single-core cables); performed considering 2 loaded conductors for 2 core cables and 3 loaded conductors for other formations.



Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente Current rating	
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	In tubo in aria In pipe in air 30°C	In tubo interrato Underground in pipe 20°C
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/ km	A	A
4 x 1,5	1,6	0,7	1,8	11,2	182	13,3	19,5	19
4 x 2,5	1,9	0,7	1,8	12,3	234	7,98	26	25
4 x 4	2,5	0,8	1,8	12,9	288	4,95	35	32
4 x 6	3,0	0,7	1,8	14,4	381	3,30	44	41
4 x 10	4,0	0,7	1,8	16,7	576	1,91	60	55
4 x 16	5,0	0,7	1,8	19,2	820	1,21	80	72
4 x 25	6,2	0,9	1,8	24,1	1260	0,780	105	93
4 x 35*	7,6	0,9	1,8	26,8	1670	0,554	128	114
4 x 50*	8,9	1,0	1,8	32,0	2290	0,386	154	141
4 x 70*	10,5	1,1	2,0	36,0	3090	0,272	194	174
4 x 95*	12,5	1,1	2,1	40,7	4240	0,206	233	206
4 x 120*	13,7	1,2	2,4	45,1	5380	0,161	268	238
4 x 150*	15,0	1,4	2,4	49,4	6655	0,129	300	272
4 x 185*	17,7	1,6	2,5	56,7	8285	0,106	340	306
4 x 240*	19,9	1,7	2,8	64,1	10780	0,0801	398	360
3 x 35 + 25	7,6/6,2	0,9/0,9	1,8	24,9	1553	0,554/0,780	128	114
3 x 50 + 25	8,9/6,2	1,0/0,9	1,8	30,1	2092	0,386/0,780	154	141
3 x 70 + 35	10,5/7,6	1,1/0,9	1,9	33,6	2806	0,272/0,554	194	174
3 x 95 + 50	12,5/8,9	1,1/1,0	2,1	38,7	3767	0,206/0,386	233	206
3 x 120 + 70	13,7/10,5	1,2/1,1	2,2	42,8	4833	0,161/0,272	268	238
3 x 150 + 95	15,0/12,5	1,4/1,1	2,4	47,8	6080	0,129/0,206	300	272
3 x 185 + 95	17,7/12,5	1,6/1,1	2,5	53,0	7296	0,106/0,206	340	306
3 x 240 + 150	19,9/15,0	1,7/1,4	2,7	60,2	9443	0,0801/0,129	398	360
3 x 300 + 150	22,4/15,0	1,8/1,4	2,9	69,5	11996	0,0641/0,129	455	-
5 x 1,5	1,6	0,7	1,8	12,0	207	13,3	19,5	19
5 x 2,5	1,9	0,7	1,8	13,2	270	7,98	26	25
5 x 4	2,5	0,7	1,8	14,0	338	4,95	35	32
5 x 6	3,0	0,7	1,8	15,6	450	3,30	44	41
5 x 10	4,0	0,7	1,8	18,1	685	1,91	60	55
5 x 16	5,0	0,7	1,8	21,1	981	1,21	80	72
5 x 25	6,2	0,9	1,8	26,5	1513	0,780	105	93
5 x 35	7,6	0,9	1,8	29,5	2015	0,554	128	114
5 x 50	8,9	1,0	2,0	36,3	2965	0,386	154	141
5 x 70*	10,5	1,1	2,3	40,8	4022	0,272	194	174
5 x 95*	12,5	1,1	2,3	45,6	5195	0,206	233	206
5 x 120*	15,0	1,4	2,8	50,3	6573	0,129	300	272
5 x 150*	15,0	1,4	2,8	56,5	8275	0,129	300	272
5 x 185*	17,7	1,6	3,0	63,6	10215	0,106	340	306
5 x 240*	19,9	1,7	3,3	72,8	13120	0,0801	398	360

* sezione non a marchio IMQ-EFP/section without IMQ-EFP Certificate

N.B. Il coefficiente di resistività termica del terreno preso a riferimento per il calcolo della portata dei cavi interrati è di 1,5 K.m/W, profondità di posa 0,8 m. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando un circuito con 3 conduttori attivi (per cavi unipolari), eseguito considerando 2 conduttori attivi per cavi a 2 anime e 3 conduttori attivi per le altre formazioni.

N.B. The thermal resistivity coefficient used as a reference for the calculation of the underground cables current rating is 1,5 K.m/W, 0,8 m installation depth. Calculation of current rating performed considering a circuit with 3 loaded conductors (for single-core cables); performed considering 2 loaded conductors for 2 core cables and 3 loaded conductors for other formations.

Tabella 7: Datasheet cavo FG16OR16



4.11.3 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 BASSA TENSIONE ENERGIA E CABLAGGIO
LOW VOLTAGE POWER AND WIRING CABLES

N07V-K 450/750 V

NON PROPAGANTI LA FIAMMA - NON PROPAGANTI L'INCENDIO - BASSA EMISSIONE DI FUMI, GAS TOSSICI E CORROSIVI
FLAME RETARDANT - FIRE RETARDANT - LOW EMISSION OF SMOKE, TOXIC AND CORROSIVE GASES



NON PROPAGANTE LA FIAMMA
FLAME RETARDANT



NON PROPAGANTE L'INCENDIO
FIRE RETARDANT



BASSA EMISSIONE FUMI, GAS TOSSICI E CORROSIVI
LOW EMISSION OF SMOKE, TOXIC AND CORROSIVE GASES



RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE	
Costruzione e requisiti/Construction and specifications	CEI UNEL 35752
p.q.a./where applicable	ENEL DV 201
Propagazione fiamma/Flame retardant	CEI EN 60332-1-2
Propagazione incendio/Fire propagation	CEI EN 20-22 II
Emissione gas corrosivi/Corrosive gases emission	CEI EN 50267-2-1
Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive	2006/95/CE
Direttiva RoHS/RoHS Directive	2011/65/CE



DESCRIZIONE:
Cavo per energia isolato in polivinilcloruro (PVC), non propagante l'incendio, non propagante la fiamma, ridotta emissione di gas corrosivi.

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U₀/U: 450/750 V
- Temperatura massima di esercizio: 70°C
- Temperatura minima di esercizio: -10°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 5°C
- Temperatura massima di corto circuito: 160°C
- Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm² della sezione del rame
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:
Buona scorrevolezza nelle tubazioni, buona flessibilità e resistenza alle abrasioni, ottima spellabilità.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:
Per impianti ove siano previsti cavi non propaganti l'incendio. Per installazioni entro tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi similari.
Adatti per installazione fissa e protetta in apparecchi di illuminazione ed apparecchiature di interruzione e comando, per tensioni fino a 1000 V in c.a. o 750 V in c.c. verso terra.
La sezione di 1 mm² è prevista (in aggiunta alle rimanenti) soltanto per cablaggi interni di quadri elettrici per segnalamento e comando o per circuiti elettrici di ascensori e montacarichi. Per installazioni a rischio di incendio la temperatura massima di esercizio non deve superare i 55°C. (rif. CEI 20-40)

DESCRIPTION:
PVC insulated power cable, not propagating fire, not propagating flame, low emission of corrosive gases.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- Maximum voltage U_m: 450/750 V
- Maximum operating temperature: 70°C
- Minimum operating temperature: -10°C (without mechanical stress)
- Minimum installation temperature: 5°C
- Maximum short circuit temperature: 160°C
- Maximum tensile stress: 50 N/mm² of the cross-section of the copper
- Minimum bending radius: 4 x maximum external diameter

SPECIAL FEATURES
Good flow in pipes, good resistance to abrasion and flexibility, excellent peelability.

USE AND INSTALLATION
For systems requiring not propagating fire cables.
For installation in surface conduits or embedded conduits or similar closed systems.
Suitable for fixed and protected installation in lighting appliances and switching and control equipments, allowed or voltages up to 1000 V a.c. or up to 750 V d.c. to ground. The 1 mm² section is provided (in addition to others) only for internal wiring in switchboards for signalling and control or for electric circuits of lifts and hoists.
For fire risk installations, the maximum temperature must not exceed 55°C. (ref. CEI 20-40)

Le immagini sono puramente illustrative e coperte da copyright ©



N07V-K 450/750 V

CONSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION



CONDUTTORE

Materiale: Rame rosso, formazione flessibile, classe 5

CONDUCTOR

Material: Flexible copper wire, cl.5



ISOLAMENTO

Materiale: PVC qualità R2

Colore: nero, blu, marrone, grigio, arancione, rosa, rosso, azzurro, viola, bianco, giallo/verde

INSULATION

Material: PVC, R2 quality

Colour: black, blue, brown, grey, orange, pink, red, violet, white, yellow/green

Unipolari/Single core

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Resistenza elettrica max a 20° C Max electrical resistance at 20° C	Portata di corrente Current rating A	
						in tubo in pipe	in canale aperto in open duct
1 x 1	1,3	0,7	3,2	15,0	19,50	12,0	-
1 x 1,5	1,5	0,7	3,5	20,0	13,30	15,5	-
1 x 2,5	2,0	0,8	4,2	31,0	7,98	21,0	-
1 x 4	2,5	0,8	4,8	45,0	4,95	28,0	-
1 x 6	3,0	0,8	6,3	65,0	3,30	36,0	-
1 x 10	4,0	1,0	7,6	109,0	1,91	50,0	57,0
1 x 16	5,0	1,0	8,8	163,0	1,21	68,0	76,0
1 x 25	6,2	1,2	11,0	251,0	0,780	89,0	101,0
1 x 35	7,4	1,2	12,5	347,0	0,554	110,0	125,0
1 x 50	8,9	1,4	14,5	493,0	0,386	134,0	151,0
1 x 70	10,5	1,4	17,0	680,0	0,272	171,0	192,0
1 x 95	12,2	1,6	19,0	910,0	0,206	207,0	232,0
1 x 120	13,8	1,6	21,0	1140,0	0,161	239,0	269,0
1 x 150	15,4	1,8	23,5	1420,0	0,129	275,0	309,0
1 x 185	16,9	2,0	26,0	1730,0	0,106	314,0	353,0
1 x 240	19,5	2,2	29,5	2270,0	0,0801	369,0	415,0

Figura 11 Datasheet cavo N07V-K 450/750 V

4.11.4 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.



Bassa Tensione
Low Voltage

H1Z2Z2-K

Fotovoltaico
Photovoltaic

CPR (UE) n° 305/11
E_{ca}

EN 50618
CEI EN 60332-1-2
CEI EN 50525
CEI EN 50289-4-17 A
CEI EN 50396
2014/35/UE
2011/65/CE
CA01.00546

Regolamento Prodotti da Costruzione/Construction Products Regulation
Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014
Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014

Costruzione e requisiti/Construction and specifications
Propagazione fiamma/Flame propagation
Emissione gas/Gas emission
Resistenza raggi UV/UV resistance test
Resistenza ozono/Ozone resistance
Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive
Direttiva RoHS/RoHS Directive
Certificato IMQ/IMQ Certificate

DoP n° 1036/17



DESCRIZIONE

Cavo unipolare flessibile stagnato per collegamenti di impianti fotovoltaici. Isolamento e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma.

Conduttore

Corda flessibile di rame stagnato, classe 5

Isolante

Mescola LSOH di gomma reticolata speciale di qualità conforme alla norma EN 50618
LSOH = Low Smoke Zero Halogen

Guaina esterna

Mescola LSOH di gomma reticolata speciale di qualità conforme alla norma EN 50618

Colore anime

Nero

Colore guaina

Blu, rosso, nero

Marcatura a inchiostro

BALDASSARI CAVI IEMMEQU <HAR> H1Z2Z2-K 1/1 kV
(sez) (anno) (m) (tracciabilità)

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione massima: 1800 V c.c. - 1200 V c.a.

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura minima di esercizio: -40°C

Temperatura minima di posa: -40°C

Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Sforzo massimo di trazione: 15 N/mm²

Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego

Per l'interconnessione di elementi di impianti fotovoltaici. Adatti per l'installazione fissa all'esterno e all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi similari.
Adatti per la posa direttamente interrata o entro tubo interrato e per essere utilizzati con apparecchiature di classe II.

DESCRIPTION

Flexible single-core cable for connection in photovoltaic installations. Insulation and sheath made of elastomeric compound, halogen free and flame retardant.

Conductor

Tinned copper flexible wire, class 5

Insulation

Special LSOH cross-linked rubber compound according to EN 50618 quality
LSOH = Low Smoke Zero Halogen

Outer sheath

Special LSOH cross-linked rubber compound according to EN 50618 quality

Cores colour

Black

Sheath colour

Blue, red or black

Inkjet marking

BALDASSARI CAVI IEMMEQU <HAR> H1Z2Z2-K 1/1 kV
(section) (year) (m) (traceability)

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Maximum voltage U₀/U: 1800 V d.c. - 1200 V a.c.

Maximum operating temperature: 90°C

Minimum operating temperature: -40°C

Minimum installation temperature: -40°C

Maximum short circuit temperature: 250°C

Maximum tensile stress: 15 N/mm²

Minimum bending radius: 4 x maximum external diameter

Use and installation

For interconnection of photovoltaic elements. Suitable for fixed installation indoor and outdoor, in pipes exposed or embedded or in similar closed systems.
Suitable for laying directly underground or in pipe underground and to be used for class II equipment.



Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente in aria libera Current rating free in air	
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	Singolo cavo Single cable 60°C	2 cavi adiacenti 2 adjacent cables 60°C
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A
1 x 1,5	1,5	0,7	0,8	4,5	34	13,7	30	24
1 x 2,5	2,1	0,7	0,8	5,0	47	8,21	40	33
1 x 4	2,5	0,7	0,8	5,5	58	5,09	55	44
1 x 6	3,0	0,7	0,8	6,0	75	3,39	70	70
1 x 10	4,0	0,7	0,8	7,2	113	1,95	95	95
1 x 16	5,0	0,7	0,9	8,4	168	1,24	130	107
1 x 25	6,2	0,9	1,0	10,3	255	0,795	180	142
1 x 35	7,6	0,9	1,1	11,5	357	0,565	220	176
1 x 50	8,9	1,0	1,2	13,3	509	0,393	280	221
1 x 70	10,5	1,1	1,2	15,3	692	0,277	350	278
1 x 95	12,5	1,1	1,3	17,3	908	0,210	410	333
1 x 120	13,7	1,2	1,3	19,2	1130	0,164	480	390
1 x 150	16,1	1,4	1,4	21,3	1460	0,132	566	453
1 x 185	17,7	1,6	1,6	24,4	1752	0,108	644	515
1 x 240	19,9	1,7	1,7	26,6	2296	0,082	775	620

Figura 12 Datasheet cavo H1Z2Z2-K

4.11.5 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.

4.11.6 Cavi 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.



Bassa Tensione
Low Voltage

FS17 450/750 v Repero®

Energia
Power

CPR (UE) n°305/11
C_{ca} - s3, d1, a3

CEI UNEL 35716
CEI EN 60332-1-2
2014/35/UE
2011/65/CE
CA01.00734

Regolamento Prodotti da Costruzione/*Construction Products Regulation*
Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014
Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014

Costruzione e requisiti/*Construction and specifications*
Propagazione fiamma/*Flame propagation*
Direttiva Bassa Tensione/*Low Voltage Directive*
Direttiva RoHS/*RoHS Directive*
Certificato IMQ-EFP/*IMQ-EFP Certificate*

DoP n°1018/17 ($\leq 6 \text{ mm}^2$)
DoP n°1023/17 ($> 6 \text{ mm}^2$)



DESCRIZIONE

Cavo per energia isolato in PVC di qualità S17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Conduttore

Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5

Isolante

Miscela di PVC di qualità S17

Colori

Standard: giallo/verde, blu, marrone, nero, grigio
Altri colori: a richiesta

Marcatura a incisione

BALDASSARI CAVI REPERO® FS17 450/750 V (sez)
Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione nominale U₀/U: 450/750 V

Temperatura massima di esercizio: 70°C

Temperatura minima di esercizio: -10°C
(in assenza di sollecitazioni meccaniche)

Temperatura minima di posa: 5°C

Temperatura massima di corto circuito: 160°C

Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²

Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo.

Per installazioni entro tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi similari.

Adatti per installazione fissa e protetta in apparecchi di illuminazione ed apparecchiature di interruzione e comando.

La sezione di 1 mm² è prevista (in aggiunta alle rimanenti) soltanto per cablaggi interni di quadri elettrici per segnalamento e comando o per circuiti elettrici di ascensori e montacarichi.

Per installazioni a rischio di incendio la temperatura massima di esercizio non deve superare i 55°C. (rif. CEI 20-40)

DESCRIPTION

Power cable, PVC insulated S17 quality, with special fire reaction characteristics according to Construction Products Regulation (CPR).

Conductor

Plain copper flexible wire, class 5

Insulation

PVC compound, S17 quality

Colours

Standard: yellow/green, blue, brown, black, grey
Other colours: on demand

Embossing marking

BALDASSARI CAVI REPERO® FS17 450/750 V (section)
Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Nominal voltage U₀/U: 450/750 V

Maximum operating temperature: 70°C

Minimum operating temperature: -10°C
(without mechanical stress)

Minimum installation temperature: 5°C

Maximum short circuit temperature: 160°C

Maximum tensile stress: 50 N/mm²

Minimum bending radius: 4 x maximum external diameter

Use and installation

Cables suitable for electrical power systems in constructions and other civil engineering works in order to limit fire spread and smoke emission.

For installation in surface conduits or embedded conduits or similar closed systems.

Suitable for fixed and protected installation in lighting appliances and switching and control equipments.

The 1 mm² section is provided (in addition to others) only for internal wiring in switchboards for signalling and control or for electric circuits of lifts and hoists.

For fire risk installations, the maximum temperature must not exceed 55°C. (ref. CEI 20-40)



Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente a 30°C in tubo in aria
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	Current rating at 30°C In pipe in air
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	ohm/ km	A
1 x 1	1,3	0,7	2,7	15	19,5	12
1 x 1,5	1,6	0,7	2,9	20	13,3	16
1 x 2,5	1,9	0,8	3,6	31	7,98	21
1 x 4	2,5	0,8	4,2	45	4,95	28
1 x 6	3,0	0,8	4,6	63	3,30	36
1 x 10	4,0	1,0	6,0	109	1,91	50
1 x 16	5,0	1,0	7,0	160	1,21	68
1 x 25	6,2	1,2	8,6	244	0,780	89
1 x 35	7,6	1,2	10,0	332	0,554	110
1 x 50	8,9	1,4	11,7	474	0,386	134
1 x 70	10,5	1,4	13,3	655	0,272	171
1 x 95	12,5	1,6	15,1	864	0,206	207
1 x 120	13,7	1,6	16,9	1098	0,161	239
1 x 150	15,0	1,8	18,6	1380	0,129	275
1 x 185	17,7	2,0	20,5	1690	0,106	314
1 x 240	19,9	2,2	23,9	2210	0,0801	369
1 x 300*	22,4	2,4	27,2	2794	0,0641	-
1 x 400*	24,8	2,6	30,0	3630	0,0486	-

* sezione non a marchio IMQ-EFP/section without IMQ-EFP Certificate

N.B. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando un circuito con 3 conduttori attivi.
N.B. Calculation of current rating performed considering a circuit with 3 loaded conductors.

Figura 13 Datasheet cavo FS17

4.11.7 Dimensionamento e verifica dei cavi

4.11.7.1 Isolamento dei cavi

I cavi utilizzati in corrente alternata devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/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 (U_0/U) non inferiori a 1/1,5kV.



4.11.7.2 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:

I_z = Portata effettiva del cavo

I_0 = Portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20° C;

K_1 = Fattore di correzione per temperature diverse da 20° C;

K_2 = Fattore di correzione per gruppi di più cavi installati sullo stesso piano;

K_3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m;

K_4 = Fattore di correzione per resistività termica del terreno diversa da 1,5 k*m/W.

4.11.7.3 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 e alla minima tensione del rack batteria. La caduta di tensione è definita dalla seguente 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 ;

4.11.7.4 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.

4.11.7.5 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.

4.11.7.6 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, dove:

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

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

4.11.7.7 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 permettere di sfilare e rinfilare 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 introdurre 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.

4.11.7.8 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.



4.11.7.9 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:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f = 1,45 * I_z$$

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 eolico, 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 condizioni 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.

4.12 Impianto di terra

Nell'area di installazione del sistema di accumulo è prevista la realizzazione di un impianto di terra magliato.

Tutti i container saranno collegati alla maglia di terra sottostante intercettata in almeno 4 punti al fine di garantire opportuna ridondanza, collegati ai collettori di terra dei locali previsti nell'impianto di messa a terra.

Tutti i conduttori di protezione saranno dimensionati come da capitolo " Dimensionamento dei conduttori di protezione". Tutti i collettori equipotenziali dei locali sono chiusi tra loro ad anello per garantire opportuna ridondanza.

4.13 Luce e FM

L'impianto di illuminazione è progettato per garantire il rispetto delle soglie minime di illuminamento previste dalla normativa per questo tipo di locali.

 Wind Energy Caltagirone Srl	Relazione tecnica sistema di accumulo	
--	--	---

Locale	Requisito normativo	Valore di progetto
Container ausiliari e controllo	500	500
Container batterie	200	300

4.14 Impianto antincendio

L'impianto antincendio è costituito da una zona in cui è prevista la sola rilevazione incendio (container ausiliari e controllo) e da una zona in cui è prevista sia la rilevazione che lo spegnimento (container 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 all'esterno del container batterie in appositi box; mediante idonee condutture, in caso di incendio, le bombole saturano l'atmosfera del container batterie.

La scarica del gas è pilotata da appositi pulsanti manuali installati all'esterno del container o dalla centralina Fire Fighting Unit installata nel container 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 container batterie è inibita da appositi pulsanti manuali installati all'esterno del container o da sensori di porta aperta installati nel container batterie.

Apposite targhe ottico-acustiche sono previste sia all'esterno dei container 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 F-Gas in Europa o di qualsiasi ente normativo globale, compreso il protocollo di Montreal;
- Salvare spazio, perché il prodotto viene immagazzinato come liquido e scaricato come gas, occupando circa l'80% di spazio in meno rispetto ai sistemi a gas.

4.15 Impianto HVAC

L'impianto HVAC è installato nel container batterie ed è in grado di compensare il calore prodotto dalle batterie, mantenendo la temperatura uniforme sui $23 \pm 5^\circ\text{C}$. L'impianto HVAC è dimensionato per 60kWt ripartiti in due macchine.

Ogni macchina è dotata di un circuito chiuso a liquido, di un'unità esterna e di un'unità interna. L'unità interna è un condizionatore d'aria ad espansione diretta ad alta precisione con mandata di aria dall'alto predisposto ad essere collegato ad un sistema di canalizzazione e distribuzione

dell'aria fredda. In questo modo si riesce ad assicurare un raffreddamento omogeneo dei rack batteria.

Il condensatore esterno dissipa in ambiente il calore mediante uno scambiatore aria-acqua.



Figura 14: Esempio di installazione di impianto HVAC in container batterie

4.16 UPS

La sezione dei carichi privilegiati del sistema di accumulo, riceve l'alimentazione da un gruppo di continuità online a doppia conversione. Tale dispositivo avrà una potenza di 6 kVA e allo stesso verrà collegato un pacco batterie aggiuntivo per aumentarne l'autonomia di alimentazione ai servizi ausiliari principali dell'ESS.

4.17 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.

L'ESS SCADA inoltre riceve i dati dall'impianto eolico per ottimizzarne la produzione e per eseguire le logiche di energy shifting.

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