



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908



Comune di Nulvi

Relazione Tecnica

Progetto esecutivo sistema di accumulo energia elettrica scuola media Istituto Comprensivo Francesco Pais Serra

L'impianto è a servizio dell'attività: **SCUOLA MEDIA IST.COMPRENSIVO N.1**
Sita in: **Via Sassari, Nulvi (SS)**

Committente:
Comune di Nulvi
Corso Vittorio Emanuele n. 60, 07032 Nulvi (SS)

Progettazione a cura di:

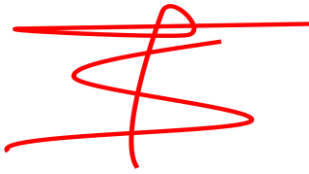
Dott. Ing. Sergio Tedde

Via: Sassari n. 105

CAP: 07041 Città: Alghero (SS)

Cell: 3209722228

E-mail: ing.sergio.tedde@gmail.com



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

1. SOMMARIO

1. Sommario.....	2
2. Premessa.....	4
3. Norme, Leggi e Regolamenti di Riferimento	4
4. Ubicazione della struttura.....	6
5. Opere da realizzare	7
6. Limiti di fornitura ed esclusioni.....	7
7. Locali e volumi tecnici	7
8. Dati di progetto.....	7
8.1 Condizioni di Fornitura.....	7
8.2 Tipo di impianto	8
8.3 Descrizione dell'intervento	8
8.3.1 Caratteristiche principali.....	8
8.3.2 Sistema di gestione EMS	8
8.3.3 Funzione on-grid: funzionamento in parallelo con la rete di distribuzione dell'energia elettrica.....	9
8.3.4 Funzione off-grid: funzionamento in isola in caso di black-out.....	9
8.4 Descrizione impianto fotovoltaico a servizio della struttura	10
8.5 Stima livello di autoconsumo rispetto alla produzione di energia da impianto fotovoltaico	10
8.6 Stima del potenziale di autoconsumo raggiungibile con l'intervento	10
8.7 Obiettivi minimi di progetto	11
8.7.1 Riduzione dell'energia elettrica assorbita dalle rete di distribuzione.....	11
8.7.2 Incremento autoconsumo dell'impianto fotovoltaico rispetto alla produzione anno 2016.....	11



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

8.8	Cadute di Tensione.....	11
9.	Quadri Elettrici	12
9.1	Quadro di parallelo stringhe con sistema di accumulo	12
9.2	Quadro di interfaccia sistema di accumulo di energia elettrica.....	13
9.3	Quadro di commutazione on grid/off grid.....	13
9.4	Scaricatore di sovratensione sistema di accumulo.....	13
9.5	Analisi della selettività.....	13
10.	Distribuzione elettrica.....	14
10.1	Canalizzazioni, cassette di derivazione e giunzioni.....	14
10.2	Cavi.....	15
10.2.1	Sezioni dei conduttori di alimentazione in AC.....	15
10.2.2	Sezioni Minime dei Conduttori di Protezione	16
10.2.3	Sezioni Minime del Conduttore di Terra.....	16
11.	Protezione delle persone e dei componenti dell'impianto.....	16
11.1	Misure di protezione contro i contatti indiretti.....	16
11.2	Misure di protezione contro i contatti diretti.....	17
12.	Criteri di dimensionamento e protezione dei componenti elettrici	18
12.1.1	Protezione dal sovraccarico.....	18
12.1.2	Protezione dal cortocircuito	18
12.1.3	Protezione dai corpi estranei	20
12.1.4	Calcolo della massima caduta di tensione ammissibile	20
13.	Impianto di Terra	20
14.	Conclusioni.....	21

2. PREMESSA

La presente relazione si riferisce al progetto di un sistema di accumulo di energia elettrica al servizio di una scuola media sita in Via Sassari nel Comune di Nulvi (SS).

Le soluzioni impiantistiche adottate tengono conto del contesto nel quale si realizzerà l'impianto e, in particolare, la progettazione segue quanto espressamente indicato dalle Norme CEI e UNI per il particolare tipo di impianto.

La potenza impegnata per alimentare tutte le utenze elettriche dislocate all'interno della struttura risulta essere pari a 15 kW. Su una porzione della copertura dello stabile è presente un impianto fotovoltaico di potenza pari a 19,8 kWp, entrato in esercizio in data 29/04/2010, il quale usufruisce perciò del secondo Conto Energia secondo il D.M. 19 Febbraio 2007. Nell'anno 2016, lo stesso ha immesso in rete una quantità di energia elettrica pari a 18057,99 kWh. La quantità di energia richiesta alla rete di distribuzione, sempre per l'anno 2016, è stata pari a 7159 kWh.

L'intera morfologia dell'impianto è stata predisposta per esercire l'impianto attraverso un'alimentazione trifase più neutro con distribuzione del tipo TT con sviluppo radiale.

Il sistema oggetto di questa progettazione avrà una capacità di accumulo di energia elettrica pari a 19,2 kWh, stoccati all'interno di batterie al Litio inserite in un modulo unico di tipo compatto, poiché al suo interno saranno presenti tutte le apparecchiature previste in progetto ed atte a renderlo perfettamente rispondente alle prescrizioni previste nei documenti del bando pubblico POR FESR Sardegna 2014/2020, Asse Prioritario IV "*Energia sostenibile e qualità della vita*", Azione 4.3.1. "*Azioni per lo sviluppo di progetti sperimentali di reti intelligenti nei Comuni della Sardegna*", in attuazione alla Delib. G.R. n. 63/19 del 25.11.2016.

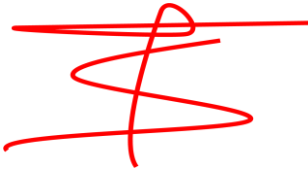
3. NORME, LEGGI E REGOLAMENTI DI RIFERIMENTO

Gli impianti in oggetto dovranno essere eseguiti secondo le Norme CEI e disposizioni Legislative di seguito richiamate, ed in particolare:

LEGGE n. 186 del 01-03-1968 - *Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.*

D.P.R. n. 547 del 27-04-1955 - *Norme per la prevenzione e infortuni sul lavoro con successive varianti ed integrazioni.*

LEGGE n. 791 del 18-10-1977 - *Attuazione della direttiva del consiglio della Comunità Europea (73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico.*



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

Dlgs 81-08: "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro", e s.m.i.

D.P.R. n. 462 del 22-10-2001 – Regolamento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

Tabelle CEI-UNEL Tab. 35024/1 - Portate in regime permanente per cavi di energia.

Tabelle CEI-UNEL 35026 - Cavi elettrici con materiale elastometrico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

CEI EN 61936-1 (Classificazione CEI 99-2): impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.

CEI EN 50522 (Classificazione CEI 99-3): Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.

Norma CEI 11-17 Fasc.1890 (1992) - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.

Norma CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua e suddivisa nelle seguenti parti:

***Norma CEI 64-8 parte 1:** Oggetto, scopo e principi fondamentali;

***Norma CEI 64-8 parte 2:** Definizioni;

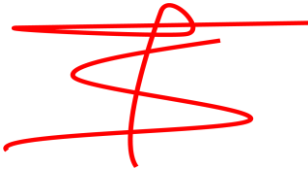
***Norma CEI 64-8 parte 3:** Caratteristiche generali;

***Norma CEI 64-8 parte 4:** Prescrizioni per la sicurezza;

***Norma CEI 64-8 parte 5:** Scelta ed installazione dei componenti elettrici;

***Norma CEI 64-8 parte 6:** Verifiche;

***Norma CEI 64-8 parte 7:** Ambienti ed applicazioni particolari.



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

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

Altre disposizioni COMUNALI, ENEL, ASL, Corpo dei Vigili del Fuoco e di altri Enti ispettivi non espressamente citati.

Altre Norme CEI, UNI, UNEL e di Legge attualmente in vigore e non esplicitamente richiamate.

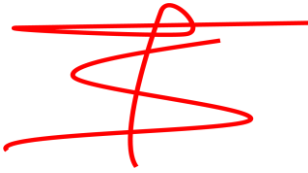
4. UBICAZIONE DELLA STRUTTURA

La struttura è ubicata in Via Sassari nel centro del Comune di Nulvi, come si può notare dall'immagine riportata di seguito.



Figura 1: ubicazione struttura ed impianto fotovoltaico

Come si nota facilmente dalla figura, in una porzione di copertura è presente un impianto fotovoltaico, costituito da n. 90 moduli. La struttura è distribuita su più livelli e presenta diversi corpi fra loro collegati. La struttura portante ed i solai sono costituiti da struttura in muratura con elementi armati.



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

Sono presenti anche un numero considerevole di elementi trasparenti (infissi) che conducono la struttura ed essere sufficientemente illuminata dalla luce solare.

5. OPERE DA REALIZZARE

Sono oggetto della presente relazione i seguenti impianti:

- Impianto di accumulo energia elettrica;
- Opere accessorie.

6. LIMITI DI FORNITURA ED ESCLUSIONI

All'interno dell'edificio in oggetto verranno realizzati impianti di moderna concezione, con i seguenti limiti di fornitura:

- distribuzione dell'energia elettrica: a partire dal contatore dell'Ente Distributore di energia elettrica, fino alle singole utenze.

7. LOCALI E VOLUMI TECNICI

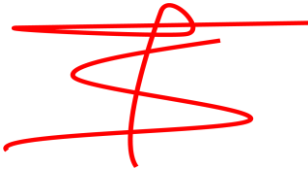
L'impianto di accumulo dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico verrà ubicato all'interno del locale magazzino, posto al piano terra e dove è tutt'oggi già presente il quadro di scambio dell'energia elettrica prodotta ed immessa in rete. Tale locale risulta avere delle misure adeguate per il contenimento delle apparecchiature previste in progetto.

8. DATI DI PROGETTO

8.1 Condizioni di Fornitura

La fornitura dell'energia elettrica sarà effettuata in bassa tensione (bt) da gruppo di misurazione dell'Ente Distributore del servizio nella zona di interesse. Le caratteristiche elettriche della fornitura saranno:

- Tensione nominale: 230/400 V
- Distribuzione: 3F+N
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Sistema di distribuzione: TT
- Corrente di corto circuito presunta: 6 kA.



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

8.2 Tipo di impianto

Secondo la Norma CEI 64-8/2 art. 22.1, gli impianti oggetto della presente relazione sono classificabili come Sistemi di I categoria, cioè aventi una tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V compresi se a corrente alternata o da oltre 120 V fino a 1500 V compresi se a corrente continua.

8.3 Descrizione dell'intervento

L'oggetto dell'intervento e, di conseguenza, di questa progettazione tecnica è la realizzazione di un sistema di accumulo di energia elettrica.

8.3.1 Caratteristiche principali

Il sistema di accumulo presenta le seguenti caratteristiche principali:

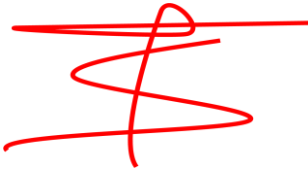
- sistema ibrido completo di inverter per impianti fotovoltaici trifase;
- adatto sia al settore industriale che al settore residenziale;
- sistema integrato "all-in-one" con tutti gli elementi contenuti in un unico case (modulo), quindi estremamente compatto;
- dotato di batterie al Litio-Ferro-Fosfato con una capacità pari a 19,2 kWh (estendibile fino a 21,6 kWh);
- sistema ON-GRID;
- in caso di black-out è in grado di alimentare le utenze (EPS mode) e non interrompe la produzione fotovoltaica
- dimensioni compatte: L 1045 mm x H 1245 mm x P 545 mm.

8.3.2 Sistema di gestione EMS

Il sistema di accumulo è equipaggiato con un EMS (Energy Management System – Sistema di Gestione dell'Energia), cioè un sistema logico per la gestione dell'energia elettrica. Lo stesso ha la finalità di ottimizzare l'utilizzo dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Le funzioni dell'EMS che si intende inserire non si sovrappongono alle funzioni dell'inverter a bordo del dispositivo di accumulo, così da non violare quanto richiesto dalla normativa di settore, ovvero quanto prescritto dalla Norma CEI 0-21 alla quale il sistema è ovviamente conforme e per il quale è munito di appropriata certificazione.

L'EMS è provvisto della seguente struttura hardware:



-
- scheda proprietaria per l'acquisizione, il processamento e la trasmissione di tutti i dati raccolti, nonché per l'invio alle altre sezioni del sistema dei segnali di attuazione;
 - sensoristica interna ed esterna al sistema atta ad effettuare tutte le misure di potenza necessarie sull'impianto e dei parametri fisici di componenti e sottocomponenti del Dispositivo stesso.

L'EMS è provvisto di una struttura software costituita da firmware proprietario (software dedicato).

8.3.3 Funzione on-grid: funzionamento in parallelo con la rete di distribuzione dell'energia elettrica

L'EMS del sistema gestisce le potenze disponibili e richieste sulle varie sezioni dell'impianto dell'Utente secondo le priorità riportate di seguito (da 1 a n in ordine gerarchico).

➤ **Utilizzo dell'energia fotovoltaica prodotta:**

- erogazione out AC dell'inverter per copertura dei carichi dell'utente;
- carica delle batterie;
- immissione di eccesso di potenza in Rete.

➤ **Copertura dei carichi dell'utente:**

- da produzione fotovoltaica contestuale (diretta);
- da scarica delle batterie (se produzione FV insufficiente o assente);
- prelievo da Rete.

➤ **Utilizzo standard delle batterie:**

in carica: da produzione Fotovoltaica.

in scarica: per copertura carichi dell'utenza.

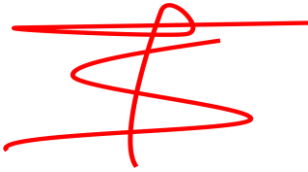
8.3.4 Funzione off-grid: funzionamento in isola in caso di black-out

➤ **Utilizzo dell'energia fotovoltaica prodotta:**

- erogazione out AC dell'inverter per copertura dei carichi dell'utente;
- carica delle batterie.

➤ **Copertura dei carichi dell'utente:**

- da produzione fotovoltaica contestuale (diretta);
- da scarica delle batterie (se produzione FV insufficiente o assente).



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

8.4 Descrizione impianto fotovoltaico a servizio della struttura

L'impianto fotovoltaico, installato nell'anno 2010, al servizio della struttura è costituito da n. 90 moduli di potenza pari a 220W in silicio policristallino, Marca Brandoni Solare S.p.A., modello BRP6360064-220 raggruppati in 6 stringhe per una superficie totale pari a 153 mq. La potenza di picco dell'impianto è pari a 19,8 kWp. Esso usufruisce a tutt'oggi dell'incentivo previsto dal D.M. 19 Febbraio 2007, definito in breve "*Secondo Conto Energia*".

L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico nell'anno solare 2016 è stata pari a 23.660 kWh e di questa 18.057,99 kWh sono stati immessi nella rete di distribuzione dell'energia elettrica.

8.5 Stima livello di autoconsumo rispetto alla produzione di energia da impianto fotovoltaico

La stima del livello percentuale di autoconsumo di energia elettrica, rispetto a quella totalmente prodotta dall'impianto fotovoltaico per l'anno 2016,, è desumibile dalla seguente formula:

$$\frac{[(E_{\text{prodotta}} - E_{\text{immessa}})/E_{\text{prodotta}}] \times 100}{[\%]}$$

Considerando i dati riportati nel paragrafo precedente, si ottiene una percentuale pari al 23.67%.

8.6 Stima del potenziale di autoconsumo raggiungibile con l'intervento

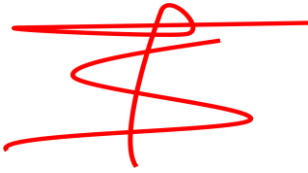
Per quanto riguarda la stima percentuale del potenziale di autoconsumo raggiungibile con l'intervento di installazione di un sistema di accumulo di energia elettrica, occorre considerare la seguente formula:

$$\frac{(E_{\text{assorbita}}/E_{\text{immessa}}) \times 100}{[\%]}$$

L'energia assorbita dalla rete di distribuzione ($E_{\text{assorbita}}$), per l'anno 2016, essa è stata pari a 7159 kWh.

Tale dato è in linea anche per l'anno 2017. Infatti, dal sito di e-distribuzione sono disponibili i dati fino al 30/09/2017 e la quota di energia assorbita dalla rete fino a tale data è pari a 4766 kWh.

Ora, la quota di prelievi mensili dalla rete per i primi 9 mesi dell'anno 2016 era stata pari a circa 5000 kWh, quindi di poco superiore a quella dell'anno 2017. Perciò, il dato utilizzato e riferito all'anno 2016 appare sostanzialmente confermato anche per l'anno 2017.



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

Per quanto riguarda i dati di energia immessa in rete e prodotta dall'impianto fotovoltaico per l'anno 2017, questi non sono ancora disponibili nel sito del GSE. Perciò per il calcolo viene utilizzato il dato confermato per l'anno 2016 e pari a 18057,99 kWh.

Di conseguenza, si ottiene una percentuale del potenziale di autoconsumo raggiungibile con l'intervento pari al **39,64%**.

8.7 Obiettivi minimi di progetto

Per quanto riguarda gli obiettivi minimi di progetto da raggiungere con l'intervento in progetto, questi vengono elencati di seguito.

8.7.1 Riduzione dell'energia elettrica assorbita dalle reti di distribuzione

Per il calcolo dell'obiettivo di riduzione dell'energia elettrica assorbita dalla rete di distribuzione, è possibile utilizzare la seguente formula:

$$\frac{[(E_{\text{assorbita 2016}} - E_{\text{assorbita post interv}})/E_{\text{assorbita 2016}}] \times 100}{[\%]}$$

Effettuando il calcolo si ottiene un valore percentuale pari all'81,3%.

8.7.2 Incremento autoconsumo dell'impianto fotovoltaico rispetto alla produzione anno 2016

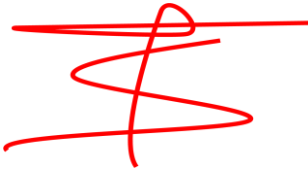
Per il calcolo dell'obiettivo di incremento dell'autoconsumo dell'impianto fotovoltaico rispetto alla produzione dell'anno solare 2016, occorre utilizzare la seguente formula:

$$\frac{[(E_{\text{immessa 2016}} - E_{\text{immessa post interv}})/E_{\text{immessa 2016}}] \times 100}{[\%]}$$

Effettuando il calcolo si ottiene un valore percentuale pari al **32%**.

8.8 Cadute di Tensione

Negli impianti previsti, le linee sono state dimensionate in modo che la caduta di tensione nel circuito di alimentazione (non tenendo conto del transitorio di accensione di alcuni tipi di lampade), in condizioni regolari di esercizio, non superi il 4% su tutto lo sviluppo dell'impianto.



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

9. QUADRI ELETTRICI

Tutti i quadri devono essere realizzati come da specifiche ed elaborati di progetto, nel pieno rispetto delle norme CEI EN 61439-1 e 61439-2, CEI 64-8, IEC 439-1, e tutte le successive integrazioni e/o norme specifiche non esplicitamente indicate ma comunque in vigore alla data di redazione di questo progetto.

Sulla parte superiore o inferiore del quadro devono essere realizzate idonee aperture per il passaggio dei cavi. L'interno dei quadri deve essere accessibile mediante la mobilità di alcuni pannelli per la manutenzione o sostituzione di apparecchi e cavi.

Ove non diversamente specificato, i quadri dovranno avere un grado di protezione \geq IP40.

La funzione degli apparecchi dovrà essere contraddistinta da apposite etichette. Le linee sulla morsettiera d'uscita, ove possibile, dovranno essere numerate per una più agevole individuazione.

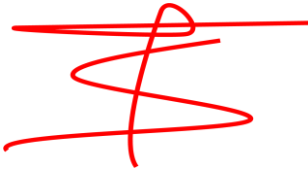
Dovrà essere assicurata un'areazione naturale delle celle, in modo da non creare sovratemperature all'interno che possano alterare le curve di intervento degli interruttori.

L'esecuzione dei quadri deve essere conforme a quanto previsto nella norma CEI EN 61439.

9.1 Quadro di parallelo stringhe con sistema di accumulo

Per l'alimentazione del sistema di accumulo sarà necessario realizzare una derivazione nell'attuale quadro di campo fotovoltaico, così da poter alimentare il sistema di accumulo lato DC. Tale derivazione sarà costituita da un totale di pannelli fotovoltaici pari a n. 45, quindi occorrerà derivare n. 3 stringhe di quelle attualmente presenti, suddivise oggi in stringhe da n. 15 moduli ciascuna. Infatti, se si considera che ognuno di essi ha una potenza massima pari a 220 W e che in ingresso al sistema di accumulo previsto (Lato DC) è possibile avere una potenza massima di 12kW, si ottiene: $45 \times 220 \sim 10$ kW.

In altre parole, n. 3 stringhe saranno collegate, con l'interposizione delle dovute protezioni già presenti, all'inverter del sistema di accumulo e le altre n. 3 stringhe rimarranno collegate al sistema attualmente presente. Non occorrerà inserire alcun nuovo componente in questa porzione di impianto.



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

9.2 Quadro di interfaccia sistema di accumulo di energia elettrica

Il sistema di accumulo di energia elettrica, come più volte indicato, è costituito da un sistema integrato "all-in-one". Perciò, al suo interno sono presenti tutte le protezioni richieste dalla normativa vigente in materia. Non occorre quindi inserire alcun nuovo quadro di interfaccia.

9.3 Quadro di commutazione on grid/off grid

Come descritto in precedenza, il sistema di accumulo prevede anche la funzione di fornitura di energia elettrica all'utenza in mancanza della rete di distribuzione tramite l'inserzione di un quadro di commutazione. Questo ha proprio la funzione di commutare dalla rete di distribuzione al sistema di accumulo in caso di mancanza della tensione di rete. Il nuovo quadro, denominato per brevità EPS (Energy Power System), sarà fornito già precablato e sarà quindi necessario collegarlo come descritto negli elaborati di progetto e secondo le prescrizioni della casa produttrice.

9.4 Scaricatore di sovratensione sistema di accumulo

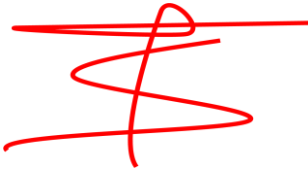
Il sistema di accumulo integrato oggetto di questa progettazione è provvisto di tutte le protezioni necessarie e richieste dalla normativa vigente. Unica eccezione riguarda gli scaricatori di sovratensioni, i quali dovranno essere necessariamente inseriti. Questi saranno del tipo a 4 poli, corrente massima di scarica pari a 15kA e di Classe II.

9.5 Analisi della selettività

E' stato condotto uno studio di selettività sulle protezioni delle condutture con lo scopo di verificare che un guasto su una di esse non comporti la messa fuori servizio di tutto l'impianto o di parti consistenti di esso.

La selettività è stata valutata in ordine a situazioni di sovraccarico, corto circuito franco e guasto a terra, cercando soluzioni che fossero allo stesso tempo tecnicamente realizzabili ed economicamente percorribili. La soluzione è stata ricercata con principale riferimento a selettività di tipo amperometrico e cronometrico (quest'ultima nei confronti del guasto a terra).

Per quanto riguarda la selettività di tipo energetico, poiché occorre fare riferimento alle curve e alle tabelle specifiche dei costruttori, essa dipenderà in massima parte dal coordinamento fra le apparecchiature commerciali che saranno effettivamente installate e pertanto in tale sede non è possibile procedere ad una valutazione precisa. Tale analisi potrà essere condotta attendibilmente solo in sede di esecuzione dei lavori, sulla scorta di dati tecnici non ipotizzabili allo stato attuale.



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

La stessa scelta progettuale di suddividere l'alimentazione in più circuiti sottesi ad un dispositivo generale ha voluto ricercare una selettività orizzontale che soddisfacesse l'esigenza della continuità di servizio.

Nei confronti del guasto a terra la selettività sarà raggiunta operando la scelta di dispositivi ad intervento differenziale a diversa taratura e selettività intrinseca e/o regolabile.

In particolare, si è operato ponendo dispositivi con $I_{dn} = 0,03A$ istantanei nei circuiti di alimentazione della forza motrice ed illuminazione presenti nel Quadro Campo da Gioco e Quadro 1° Piano e utilizzando a monte, precisamente nel Quadro Generale e nell'Avanquadro, un dispositivo di tipo selettivo con corrente nominale differenziale tarata rispettivamente per una I_{dn} pari a 0,3 ed 0,5 A.

10. DISTRIBUZIONE ELETTRICA

10.1 Canalizzazioni, cassette di derivazione e giunzioni

Le canalizzazioni protettive destinate a ospitare i circuiti di distribuzione e derivazione saranno costituite da tubo o canale isolante rigido o flessibile in PVC, marchiato, di tipo autoestinguente e rispondente alle norme CEI 23-55 con posa a vista, all'interno di pannellatura o, eventualmente, sottotraccia. Per quanto riguarda la posa a vista, verrà utilizzato un tubo in PVC del tipo RK15.

Inoltre, per la distribuzione dei cavi in DC provenienti dal sistema di accumulo, verrà utilizzata la canale metallica esistente. In questa, i cavi verranno posati entro corrugato in PVC.

Le sezioni delle canalizzazioni saranno scelte in funzione del numero e della sezione dei cavi che devono ospitare, tenendo conto dei suggerimenti della norma CEI 64-8 (diametro interno del tubo pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi che è destinato a contenere e, comunque, mai inferiore a 16 mm) e in modo tale da garantire la sfilabilità dei cavi. Nelle tavole di progetto viene data una rappresentazione dei diametri di dette canalizzazioni, ma gli stessi potranno subire delle modifiche in corso d'opera in funzione dell'installazione effettiva delle linee di alimentazione degli impianti. Tale eventuale modificazione della configurazione prevista dovrà necessariamente rispettare quanto riportato nella attuali norme tecniche vigenti in materia.

I valori calcolati delle cadute di tensione per tutte le linee sono riscontrabili negli elaborati grafici allegati.



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

Il conduttore di protezione (PE) dovrà essere distribuito in tutto l'impianto elettrico e sarà unico su ciascuna dorsale, con sezione pari alla massima sezione presente nella dorsale stessa (CEI 64-8).

Per la realizzazione di eventuali derivazioni, saranno impiegate cassette in materiale termoplastico autoestinguento resistente al calore anormale ed al fuoco fino a 650 °C (norma CEI 50-11), resistente agli urti.

Le cassette dovranno essere installate rispettando la complanarità con pareti in muratura o pavimenti, l'allineamento con gli assi verticali ed orizzontali delle pareti e le posizioni disponibili per non occupare mai quote di pareti utilizzabili per l'arredamento.

Le giunzioni dei conduttori dovranno essere eseguite in modo ordinato e dovranno essere facilmente individuabili. Le connessioni avverranno mediante morsettiere componibili a vite all'interno dei quadri di distribuzione.

10.2 Cavi

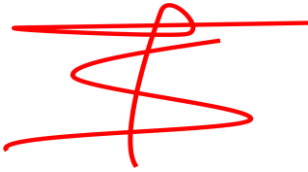
Le condutture dovranno essere rispondenti all'unificazione UNEL e alle norme CEI.

I cavi utilizzati saranno di diversi tipi:

- tipo FG7(O)R per le parti di impianto in AC, di tipo unipolare o multipolare.
- tipo **FG21M21**, di tipo multipolare o unipolare. La Norma CEI 20-91 individua con tale sigla i cavi per impianti di produzione per il lato DC, e ne fornisce le caratteristiche peculiari:
 - Conduttore in fili di rame stagnato.
 - Isolante in mescola elastomerica reticolata senza alogeni di tipo G21 (HEPR).
 - Guaina in mescola elastomerica reticolata senza alogeni, tipo M21.
 - Temperatura ambiente da -40 a +90 °C.
 - Temperatura massima di sovraccarico +120 °C.
 - Temperatura massima di cortocircuito +250 °C.
 - Tensione massima, U_m 1,8 kV c.c. anche verso terra.

10.2.1 Sezioni dei conduttori di alimentazione in AC

Le sezioni dei cavi sono state dimensionate in base alla corrente di carico I_b e applicando opportuni coefficienti alle portate nominali I_n , in funzione della contemporaneità e utilizzazione dei carichi, del raggruppamento nello stesso tubo e della caduta di tensione massima definita.



Le sezioni dei conduttori sono state scelte, secondo le indicazioni della norma CEI 64-8, imponendo una portata superiore alla corrente di impiego della linea e una caduta di tensione percentuale, rispetto al valore nominale, inferiore al 2% per ogni tratta e al 4% in totale.

I valori calcolati delle cadute di tensione per tutte le linee sono riscontrabili nell'elaborato grafico: "Schemi Unifilari e Quadri Elettrici".

10.2.2 Sezioni Minime dei Conduttori di Protezione

Le sezioni dei conduttori di protezione non dovranno essere inferiori ai valori evidenziati nella tabella 54F della Norma CEI 64-8 art. 543.1.2, di seguito riportata:

Tabella 1: sezioni conduttori di protezione

Sezione fase	Sezione neutro
$S_f \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_n = S_f$
$16 \text{ mm}^2 \leq S_f \leq 35 \text{ mm}^2$	$S_f = 16 \text{ mm}^2$
$S_f > 35 \text{ mm}^2$	$S_f = S_f/2$

10.2.3 Sezioni Minime del Conduttore di Terra

La sezione del conduttore di terra deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione, di sezione minima di seguito indicata:

- Protetto contro la corrosione ma non meccanicamente: 16 mm² (CU) 16 mm² (FE)
- Non protetto contro la corrosione: 25 mm² (CU) 50 mm² (FE)

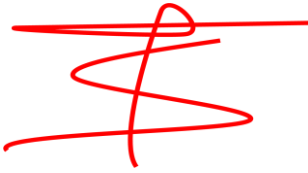
11. PROTEZIONE DELLE PERSONE E DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

11.1 Misure di protezione contro i contatti indiretti

In accordo con quanto previsto dalle Norme CEI sono stati previsti diversi metodi di protezione.

Pertanto, con riferimento al sistema TT, in accordo con le disposizioni normative, sono state scelte le seguenti misure:

- **Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione:**



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

è la soluzione che in genere è stata principalmente adottata, nel rispetto del disposto normativo:

$$R_T \leq 50 / I_g$$

ove risulta: I_g la corrente che fa intervenire la protezione entro 5 secondi e R_T la resistenza dell'impianto di terra. Nel caso vengano adoperati dispositivi con protezione differenziale, I_g è la corrente di intervento differenziale del dispositivo (I_{dn}).

A protezione dei circuiti terminali sono stati previsti interruttori automatici con dispositivo differenziale con corrente $I_{dn} = 30$ mA ad intervento istantaneo: ciò garantisce anche una migliore selettività dell'impianto complessivo nei confronti del guasto a terra.

- ***Protezione mediante l'uso di apparecchiature, linee e componenti in classe di isolamento II o equivalente.***

Per queste apparecchiature è vietato espressamente il collegamento a terra.

11.2 Misure di protezione contro i contatti diretti

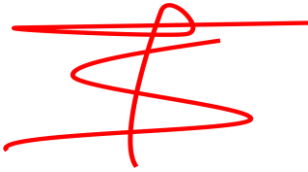
Per la protezione contro i contatti diretti (protezione totale) si applicano gli articoli 412.1 (protezione mediante isolamento delle parti attive) e 412.2 (protezione mediante involucri o barriere) della norma CEI 64-8.

Le parti attive devono essere ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione. Tale isolamento deve possedere caratteristiche tali da resistere alle influenze meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto nell'esercizio (art. 412.1).

L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare quanto richiesto dalle relative normative.

Le parti attive devono essere poste entro involucri tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB.

Le superfici superiori orizzontali degli involucri che sono a portata di mano devono avere un grado di protezione non inferiore a IPXXD. Le barriere e gli involucri devono essere saldamente fissati ed avere una sufficiente stabilità e durata nel tempo, in modo da conservare il richiesto grado di protezione, nelle condizioni di esercizio prevedibili (art. 412.2).



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

Se si rendesse necessario aprire un involucro o rimuovere una barriera per ragioni di esercizio occorre rispettare le seguenti condizioni:

- uso di chiave o attrezzo da parte di personale addestrato;
- sezionamento delle parti attive con interblocco meccanico e/o elettrico;
- interposizione di una barriera intermedia che impedisca il contatto con le parti attive.

Una protezione addizionale contro i contatti diretti sarà assicurata dagli interruttori differenziali, con corrente di intervento pari a 0,03 A.

12. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E PROTEZIONE DEI COMPONENTI ELETTRICI

Si riportano di seguito le misure di protezione adottate per la protezione da sovraccarico, corto circuito e contatti diretti.

12.1.1 Protezione dal sovraccarico

La protezione dai sovraccarichi, effettuata con interruttori magnetotermici che rispettino le norme CEI EN 60898 e/o CEI 17-5, deve rispettare la seguente relazione:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego della linea;
- I_n è la corrente nominale dell'interruttore;
- I_z è la portata del cavo.

Si ricava in tal modo la corrente nominale dei dispositivi di interruzione utilizzati.

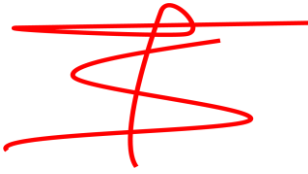
12.1.2 Protezione dal cortocircuito

I dispositivi di protezione devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto garantendo che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose e rispettando la relazione:

$$I_{cc}^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2$$

Essi dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale al valore della corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione o anche un potere inferiore purché a monte vi sia un dispositivo

18



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere tali che l'energia specifica $I_{cc}^2 \cdot t$ lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

Il potere di interruzione di ciascun dispositivo (massima corrente che l'interruttore può interrompere) deve essere superiore alla corrente di corto circuito massima (all'inizio della linea). In alternativa è possibile far riferimento alla protezione di back-up e scegliere gli interruttori posti a protezione delle singole partenze con un potere di interruzione inferiore a quello di cui sopra, a patto che l'interruttore a monte sia adeguatamente coordinato. **In questo caso è necessario far riferimento a tabelle di filiazione che ciascun costruttore definisce per i propri dispositivi.**

Nella verifica sulla protezione delle linee è stata ipotizzata una corrente trifase di corto circuito, nel punto di consegna dell'energia, pari a 10 kA. Di conseguenza, l'interruttore generale previsto sul punto di consegna è in grado di proteggere correnti di tale portata, in quanto ha un potere di interruzione pari a 10 kA.

Il potere d'interruzione nominale degli interruttori è idoneo ad interrompere le correnti di corto circuito presunte nel punto di installazione degli stessi.

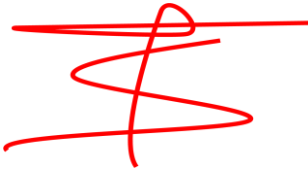
Gli interruttori dei quadri, ove non diversamente specificato, avranno comunque un potere di interruzione non inferiore a 4,5 kA.

La verifica per correnti di corto circuito minime (*fondo linea*) non è in questo caso necessaria in quanto, tutte le linee sono protette dai sovraccarichi (*Norma CEI 64-8*).

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata dalla presenza di moduli differenziali, coordinati col valore della resistenza di terra, in posizione opportuna.

Per tutti gli interruttori installati dovrà essere indicata la caratteristica di intervento da impiegare (con riferimento alla norma CEI EN 60898).

La selettività differenziale, quella in caso di sovraccarico e cortocircuito, tra l'interruttore generale posto sul punto di consegna (QAV), e tutti gli interruttori previsti sul quadro principale, è parziale.



Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

12.1.3 Protezione dai corpi estranei

Al fine di garantire l'isolamento dai corpi estranei, verranno usati componenti con grado di protezione idonea all'ambiente di installazione. Si prevede in particolare di utilizzare apparecchiature con grado minimo:

- IP2X nei luoghi con presenza di polveri;
- IP65 all'esterno e nei locali ove sia prevista la presenza di acqua, la pulizia degli stessi tramite getti d'acqua o prescrizioni tecniche specifiche.

12.1.4 Calcolo della massima caduta di tensione ammissibile

La formula assunta per il calcolo delle cadute di tensione a regime è stata la seguente:

$$\Delta V = k \cdot l \cdot I \cdot (r \cdot \cos\phi + x \cdot \sin\phi)$$

dove:

- ✓ k è pari a 2 per le linee monofasi e 3 per quelle trifasi
- ✓ ΔV è la caduta di tensione lungo la linea espressa in volt
- ✓ r è la resistenza della linea, espressa in ohm/km
- ✓ x è la reattanza della linea, espressa in ohm/km
- ✓ I è la corrente di impiego della linea, espressa in ampere
- ✓ l è la lunghezza della linea, espressa in km
- ✓ $\cos\phi$ è il fattore di potenza del carico alimentato.

Il calcolo è stato impostato considerando una caduta di tensione massima, in condizioni di massimo assorbimento convenzionale, pari al 4%.

Le risultanze di quanto esposto nel presente paragrafo sono riassunte nell'elaborato di progetto: "Schema Unifilare e Quadri elettrici".

13. IMPIANTO DI TERRA

Per quanto riguarda l'impianto di terra, lo stesso è attualmente già presente nella struttura oggetto di progettazione. L'unica novità introdotta sarà il collegamento del sistema integrato di accumulo alla morsettiera di detto impianto.

Dott. Ing. Sergio Tedde
Via Sassari n. 105,
07041, Alghero (SS)
C.F.: TDDSRG78S18I452K
P.I.: 02539410908

14. CONCLUSIONI

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti a regola d'arte e in osservanza delle Leggi, della Normativa Tecnica e delle Disposizioni Ministeriali. Gli Impianti Elettrici dovranno essere realizzati seguendo le Norme CEI applicabili alle singole parti di Impianto e si dovranno installare componenti recanti il Marchio IMQ dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità e la Marcatura CE, in rispondenza alle Direttive CEE sulla Bassa Tensione e sulla Compatibilità Elettromagnetica.

Verranno inoltre richieste all'Impresa installatrice, **senza che ciò comporti oneri accessori**, le Certificazioni, le Dichiarazioni di Conformità del caso e gli eventuali elaborati grafici "As built" (come Costruito), intendendo con ciò i disegni che descrivono le opere come effettivamente installate, a seguito di eventuali modifiche progettuali in corso d'opera.

Data: 21/10/2017

IL PROGETTISTA

