



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

PNRR - MISSIONE 4
COMPONENTE 1 - INVESTIMENTO 1.1
PIANO PER ASILI NIDO E SCUOLE DELL'INFANZIA

COMUNE DI SARDARA
Provincia del Sud Sardegna

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Progetto

**COMPLETAMENTO
MICRONIDO TERRITORIALE**

Elaborato

RELAZIONE IMPIANTI

Allegato

H

Scala

Data

FEBBRAIO 2023

Progettista

DOTT. ING. MAURIZIO CONTU



ORDINE INGEGNERI
PROVINCIA DI CAGLIARI
Dott. Ing. MAURIZIO CONTU
N. 3510

Responsabile del procedimento

DOTT. ING. CORRIAS PIERPAOLO

Il Sindaco

GIORGIO ZUCCA

Assessore ai Lavori Pubblici

PAOLO ZUCCA

IMPIANTO ELETTRICO	3
PARTE GENERALE	3
<i>Oggetto dell'appalto</i>	<i>3</i>
<i>Prescrizioni generali</i>	<i>3</i>
<i>Fornitura materiali</i>	<i>3</i>
<i>Modalità di esecuzione degli impianti</i>	<i>4</i>
<i>Varianti dei lavori in corso d'opera</i>	<i>4</i>
<i>Ultimazione dei lavori</i>	<i>4</i>
DATI DI PROGETTO	4
<i>Descrizione</i>	<i>4</i>
<i>Caratteristiche del complesso edilizio</i>	<i>4</i>
<i>Caratteristiche dell'impianto elettrico</i>	<i>5</i>
<i>Caratteristiche elettriche</i>	<i>5</i>
ELABORATI DI PROGETTO	6
IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE	6
<i>Impianto illuminazione esterna</i>	<i>6</i>
IMPIANTO IDRICO SANITARIO	8
<i>Impianto di alimentazione idrica e di produzione acqua calda sanitaria</i>	<i>8</i>
IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE	10
GENERALITA'	10
<i>Panorama normativo</i>	<i>10</i>
<i>Criteri di progettazione</i>	<i>10</i>
CARATTERISTICHE PROGETTUALI	11
<i>Descrizione dell'impianto</i>	<i>11</i>
PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI	13
<i>Riferimenti legislativi e normativi</i>	<i>13</i>
<i>Sistema di regolazione, gestione, supervisione</i>	<i>14</i>
IMPIANTO FOTOVOLTAICO	15
<i>Descrizione dell'intervento</i>	<i>15</i>
<i>Rendimento</i>	<i>15</i>
<i>Componenti dell'impianto fotovoltaico</i>	<i>15</i>
MODALITA' DI FUNZIONAMENTO	17
<i>Collegamento grid connected</i>	<i>17</i>
CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO	17
<i>Collegamento dei moduli fotovoltaici in serie-parallelo</i>	<i>17</i>
<i>Disposizione dei moduli fotovoltaici</i>	<i>17</i>
<i>Strutture di sostegno moduli</i>	<i>17</i>
<i>Schema a blocchi configurazione dell'impianto</i>	<i>18</i>
<i>Cavi elettrici c.c.</i>	<i>18</i>
IMPIANTO DI TERRA	18
<i>Particolarità costruttive</i>	<i>18</i>
SISTEMI DI PROTEZIONE	21
<i>Protezione dalle sovracorrenti</i>	<i>21</i>
<i>Protezione contro i contatti diretti</i>	<i>24</i>
<i>Protezione contro i contatti indiretti</i>	<i>24</i>
<i>Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica</i>	<i>26</i>
COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONI	26
<i>Coordinamento apparecchi di protezione</i>	<i>26</i>
MODALITA' DI ESECUZIONE DELL'IMPIANTO E FORNITURA MATERIALI	27
<i>Modalità di esecuzione degli impianti</i>	<i>27</i>
<i>Varianti dei lavori in corso d'opera</i>	<i>27</i>
<i>Fornitura materiali-apparecchiature</i>	<i>28</i>
IMPIANTI SPECIALI	28

<i>Sistema di controllo e monitoraggio impianto</i>	28
VERIFICHE TECNICO-FUNZIONALI	28
<i>Verifica tecnico-funzionali</i>	28
MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO	29
<i>Interventi di manutenzione</i>	29
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	30
<i>Norme di Legge.....</i>	30

IMPIANTO ELETTRICO

PARTE GENERALE

Oggetto dell'appalto

L'appalto ha per oggetto la fornitura in opera di tutti i materiali e gli apparecchi necessari per la realizzazione a regola d'arte degli impianti elettrici comprensivi di eventuali altre opere accessorie necessarie per la realizzazione degli stessi, secondo quanto previsto dal Progetto esecutivo.

Prescrizioni generali

Gli impianti ed i componenti devono essere realizzati a regola d'arte ed essere conformi alle norme di legge e tecniche di settore e conformi alle disposizioni impartite da enti e autorità locali (VV.FF; ENEL; ecc.)

Fornitura materiali

La fornitura dei materiali dovrà essere conforme a quanto specificato nella presente relazione tecnica o negli elaborati di progetto (computo metrico e /o sugli schemi elettrici e relative tavole).

Se il materiale da impiegare è diverso da quello prescritto la Ditta dovrà presentare preventivamente alla Direzione Lavori, una scheda tecnica con le caratteristiche del materiale che intende installare. La Direzione Lavori potrà richiedere, ove lo ritenga necessario, la campionatura di quei materiali non specificati nella documentazione di progetto e che la Ditta installatrice intende impiegare per l'esecuzione dei lavori.

Tutti i componenti elettrici che verranno impiegati per la realizzazione dell'opera dovranno essere costruiti a regola d'arte, conformi alle Norme CEI di riferimento, certificati con il marchio di qualità IMQ e contrassegnati con il marchio CE.

I materiali o i componenti deteriorati dopo la loro introduzione in cantiere o non conformi alle specifiche indicate nel progetto, possono essere rifiutati dal Direttore dei lavori in qualunque momento (qualsiasi sia la causa della non conformità o del deterioramento). In caso di rifiuto, l'appaltatore ha l'obbligo di rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a proprie spese.

La Ditta ha l'obbligo di smontare e rimontare a proprie spese parti d'impianto (verificate dal Direttore dei lavori) eseguite con materiali diversi da quelli prescritti dal

progetto esecutivo. L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera verificata ed accettata dalla Direzione dei Lavori.

Modalità di esecuzione degli impianti

L'esecuzione dei lavori deve essere conforme a quanto previsto nel progetto esecutivo. Il coordinamento delle attività sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori in funzione delle esigenze dovute alla contemporanea esecuzione di altre opere previste.

Varianti dei lavori in corso d'opera

Durante l'esecuzione dei lavori l'impresa dovrà rispettare le soluzioni tecniche previste negli elaborati di progetto. Eventuali variazioni dei lavori in corso d'opera dovranno essere preventivamente avallate dalla Direzione dei Lavori.

Ultimazione dei lavori

I lavori si potranno considerare ultimati se conformi al progetto esecutivo ed alla regola dell'arte. Se al termine dei lavori la Direzione dei Lavori dovesse riscontrare qualche non conformità, sarà cura della Ditta modificare l'impianto elettrico a proprie spese. L'ultimazione dei lavori avrà luogo solo alla conclusione effettiva ed al perfezionamento delle opere a seguito delle osservazioni segnalate dalla Direzione dei lavori.

DATI DI PROGETTO

Descrizione

L'edificio scolastico è costituito da locali adibiti al soggiorno-pranzo e riposo per bambini lattanti e divezzi (età di 2-3 anni), da servizi igienici, da un locale accettazione e da una cucina per riscaldare i cibi .

Caratteristiche del complesso edilizio

Destinazione d'uso	
• Barriere architettoniche	No
• Locali contenenti bagni – docce	Si

• Locali adibiti ad uso medico	No
• Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio	Si
• Luoghi con pericolo di esplosione	No
• Ambiente ordinario	No

Caratteristiche dell'impianto elettrico

Tipo di intervento	
• Nuovo impianto	Si
• Trasformazione dell'impianto	No
• Ampliamento dell'impianto	No
• Manutenzione straordinaria	No
• Manutenzione ordinaria	No

Caratteristiche elettriche

Alimentazione elettrica <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema di distribuzione ▪ Distribuzione fasi ▪ Tensione nominale ▪ Frequenza nominale ▪ Corrente di corto circuito presunta ▪ Potenza contrattuale 	TT 3F+N 230/400V 50 Hz 6/4,5 KA 14 KW
Caduta di tensione <ul style="list-style-type: none"> ▪ Motori a pieno carico ▪ Motori in fase d'avviamento ▪ Illuminazione ▪ prese a spina 	4% 10% 4% 4%
Illuminazione ordinaria <ul style="list-style-type: none"> ▪ livello minimo interno locali ▪ Livello minimo aree esterne 	300 lux 15-20 lux
Illuminazione di emergenza <ul style="list-style-type: none"> ▪ livello minimo vie di esodo-uscite di sicurezza 	5 lux

▪ livello minimo illuminamento antipanico	2 lux
Dimensionamento cavi	Norma CEI 64-8
▪ Sezione cavi minime ammesse	Tabella 52E

ELABORATI DI PROGETTO

IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE

Impianto illuminazione esterna

Prescrizioni per l'impianto

Gli impianti all'aperto destinati all'illuminazione possono essere realizzati con punti luminosi applicati alle pareti od installati su pali o altri sostegni.

Sono suddivisi in impianti:

- in derivazione;
- in serie;
- indipendenti;
- promiscui.

E' consigliata l'installazione di un circuito dedicato.

Gli apparecchi da utilizzare spaziano dalla tipologia con ottica stradale alle decorative in base all'utilizzo ed alle necessità.

Devono essere rispettati i limiti di progetto illuminotecnico imposti dalla norma UNI 10819 che hanno l'obiettivo di limitare l'inquinamento luminoso, tale norma è valida solo nelle regioni sprovviste di un proprio regolamento o che hanno adottato le indicazioni UNI come normativa regionale.

Al fine di contenere i consumi energetici è fondamentale l'installazione di:

- lampade con elevata efficienza luminosa;
- alimentatori aventi elevato rendimento elettrico;
- apparecchi caratterizzati da ottiche ad alto rendimento.

La caduta di tensione massima ammessa lungo l'impianto è del 5%.

Se l'impianto richiede l'utilizzo di pali di illuminazione devono essere installati in accordo con la norma UNI EN 40 (se necessario anche la Norma CEI 11-4) rispettando eventualmente la larghezza minima di 90cm (tra pali installati ai lati opposti del passaggio) richiesta per i passaggi pedonali (DM 14/06/1989 n. 233). Generalmente non è richiesta la protezione dei sostegni dai fulmini.

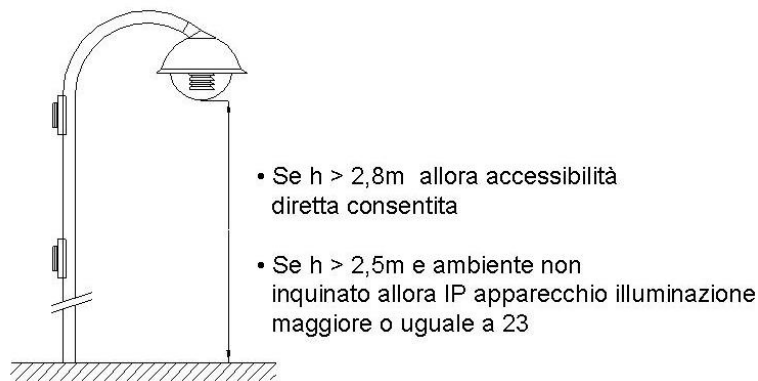
Devono essere rispettate le distanze minime fornite dalle Norme CEI tra i componenti dell'impianto di illuminazione e le linee elettriche.

La resistenza di isolamento dell'impianto deve rispettare i valori definiti nella Norma CEI 64-8.

La protezione dai contatti diretti deve essere ottenuta tramite:

- isolamento;
- barriere o involucri.

L'accessibilità agli apparecchi di illuminazione non è generalmente consentita senza precedente rimozione della protezione diretta.



Ai fini della protezione dai contatti indiretti possono essere utilizzate le seguenti metodologie di protezione:

- utilizzo di componenti di classe II;
- interruzione automatica dell'alimentazione.

Non sono invece ammesse le seguenti metodologie di protezione:

- luogo non conduttore;
- collegamento equipotenziale locale non connesso a terra.

Il grado minimo di protezione per i componenti elettrici deve essere IP43 e può essere elevato in caso di installazioni particolarmente gravose.

Livelli medi di illuminamento

Sono consigliati $10 \square 20$ lux.

IMPIANTO IDRICO SANITARIO

Impianto di alimentazione idrica e di produzione acqua calda sanitaria

L'alimentazione dell'acqua necessaria al fabbisogno, verrà derivata dalla rete idrica pubblica prevista nel nuovo allaccio con interposizione di contatore volumetrico e portata mediante linea interrata in tubo multistrato secondo le specifiche tecniche definite dalle norme diramate dal Gestore unico Abbanoa.

Le tubazioni esterne, dove necessarie passeranno interrate all'esterno dell'edificio, in apposito scavo (altezza minima di interramento almeno 65 cm rispetto al pavimento esterno finito), posate su letto di sabbia e ricoperte con almeno 20 cm di sabbia, e nastro di segnalazione.

La distribuzione alle utenze avviene con collettori dotati su ciascuna derivazione di un rubinetto.

Le tubazioni di alimentazione dai collettori alle utenze finali e le colonne principali della rete di distribuzione calda e fredda (da rete idrica pubblica), saranno in tubazione di rame, isolate con materiale a basso potere igroscopico, di spessore conforme alla legge 10/91 e regolamenti di attuazione, con resistenza al fuoco certificata in classe uno.

Il dimensionamento idraulico della rete di tubazioni è stato eseguito considerando la pressione disponibile sul posto e una portata minima degli apparecchi serviti di:

- lavabo: 0,10 lt/sec;
- vaso a cassetta: 0,10 lt/sec.

La produzione di acqua calda sanitaria a servizio dei servizi igienici e delle cucine viene prevista grazie alla fornitura e installazione di n. 3 pompe di calore ad aria per la produzione di acqua calda sanitaria capacità 100-150 litri. Funzionamento ad aria riciclata o canalizzata e di ripresa da installazione interna secondo le specifiche tecniche della casa costruttrice, temperatura massima 62 °C con predisposizione di ottimizzazione di autoconsumo su produzione fotovoltaica. Funzionamento con gas ecologico tipo R1234-ze o equivalente. Dotata di resistenza elettrica da 1,5-2 kw. Completa di tutta la componentistica idraulica elettrica ed elettronica necessaria all'installazione e al corretto funzionamento.

L'intera rete di distribuzione di acqua fredda e di acqua calda sarà provvista di saracinesche di intercettazione poste in punti opportuni in modo da sezionare l'impianto.

Per il dimensionamento dei montanti e della rete principale si sono adottati i criteri della norma UNI 9182, adottando i coefficienti di contemporaneità di cui all'appendice "F" di detta norma.

Norme di riferimento:

L'impianto dovrà essere realizzato nel rispetto di tutte le norme di riferimento vigenti, anche se non espressamente menzionate, con particolare riferimento a:

- LEGGE n°10/1991
- D.lgs 31 del 2 febbraio 2001 - D.L. 01 Febbraio n. 27
- D.lgs. 81 del 9 aprile 2008
- D.M. 37/2008

Normative tecniche:

- UNI EN 806 parte 1 – 2 – 3
- UNI 9182
- UNI 9183
- UNI 9184

IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

GENERALITA'

Panorama normativo

Nel rispetto dell'attuale panorama normativo nazionale relativo alle prestazioni ambientali ed energetiche degli interventi di recupero degli edifici esistenti, il presente progetto contiene soluzioni costruttive e principi di organizzazione degli spazi finalizzati all'impiego di tecnologie rinnovabili.

Il Decreto Legislativo del 19 agosto 2005 – Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia, e il successivo Decreto Legislativo 29 dicembre 2006 n.311, stabiliscono i criteri per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici.

Gli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas a effetto serra imposti dal protocollo di Kyoto, impongono l'impiego e l'integrazione delle fonti rinnovabili nonché la diversificazione energetica.

In quest'ottica, di sostenibilità e di efficienza energetica, vengono definiti gli interventi del progetto, orientati all'impiego di energie rinnovabili consolidate, come il solare fotovoltaico ed il solare termico, affiancate dall'uso di caldaie ad alto rendimento, costituendo soluzioni impiantistiche "efficienti" e "sostenibili", indirizzate anche all'ottenimento di un edificio a basso consumo energetico con valori minimi di prestazione energetica invernale (kWh/m³ anno).

Criteri di progettazione

L'impianto in progetto è costituito da un sistema di riscaldamento a pannelli radianti a pavimento in tutti gli ambienti giustificato da un prolungato utilizzo dell'edificio. Infatti, le attività del micronido sono suddivise in più turni, tali da impegnare l'edificio non solo nelle ore mattutine ma anche in quelle pomeridiane. Per questo impianto sarà impiegata una caldaia ad alto rendimento alimentata da un impianto fotovoltaico.

Benchè non inseriti in questa fase progettuale, l'Amministrazione comunale di Sardara e il suo assessorato alle Politiche Sociali, fortemente sensibili alle tematiche ambientali della sostenibilità e del risparmio energetico, hanno già parzialmente realizzato, in una fase precedente alla presente, detti impianti, tali da completare il sistema micronido a basso impatto ambientale.

Questa soluzione impiantistica a pannelli radianti a bassa temperatura consente di abbassare in modo considerevole le temperature di esercizio (38-40°C), fornendo il calore necessario a coprire il fabbisogno energetico degli ambienti, cedendo calore

all'aria, per effetto convettivo e in parte per effetto radiante. La quantità di calore ceduto dipenderà dalla temperatura del pavimento.

Questo tipo di impianto ci impone di limitare la temperatura del pavimento sotto i +29 °C, che corrisponde alla temperatura della pianta del piede. Quando infatti il piede umano, a causa di una temperatura eccessiva, non può più cedere calore, o viceversa riceve calore, può subire un ristagno di sangue che stenta ad essere ri-pompato verso le parti alte del corpo, comportando un disagio fisiologico che può condurre a patologie degenerative al sistema vascolare periferico. Particolare attenzione è stata prestata nelle diverse zone di installazione in modo da posare le tubature con l'interasse più opportuno, 10<i>20cm, in modo da attestare la temperatura del pavimento a +27 °C.

I tubi sono correttamente posati nel sottofondo e una perfetta copertura dei tubi con un massetto di cemento additivato per migliorare lo scambio termico perchè non vengono ad interpersi cuscini d'aria. Tale precauzione migliorerà anche la durata del tubo di plastica in quanto lo sottrae ai fenomeni di diffusione dell'ossigeno dell'aria. Per garantire la conducibilità del pavimento è prevista una conveniente successione di strati di finitura attraverso i quali il calore possa passare facilmente.

Una quota considerevole di calore verrà dispersa attraverso le pareti perimetrali dell'edificio, ciò comporta un aumento dell'effetto radiante disperdente del corpo umano verso tali superfici; per ovviare a questo problema si prevede di infittire le tubazioni ad un passo minimo di 10 cm nelle aree perimetrali.

L'edificio è quindi suddivisa in due aree di intervento con 8 circuiti dedicati ciascuno.

Ciascun circuito limitare la lunghezza massima dei circuiti a 120 mt, considerato che la lunghezza ottimale è generalmente compresa tra gli 80 ed i 100 mt, al fine di evitare eccessive perdite di carico lungo il percorso ed eccessivi sovradimensionamenti delle pompe di circolazione.

La regolazione automatica dei circuiti secondari sarà ottenuta per mezzo di una valvola miscelatrice motorizzata, una per ogni circuito in cui è suddiviso l'impianto di riscaldamento, una sonda di mandata ai pannelli radianti, una sonda che rileva la temperatura esterna, un dispositivo di comando e di programmazione.

CARATTERISTICHE PROGETTUALI

Descrizione dell'impianto

L'impianto viene previsto con modulo a pompa di calore ad alta efficienza e funzionante a bassa temperatura, della potenza termica nominale (50-30°C) min./max di 24 kW, alimentata elettricamente, completa di regolazione della temperatura di mandata dell'acqua (su due livelli giornaliero e notturno) in funzione della temperatura esterna e di gestione in cascata realizzata mediante pannello comandi, controllore digitale universale, alimentazione 24 Volt, unità centrale di supervisione/tele gestione con software appositamente dedicato, terminale operatore, modulo per l'estensione degli ingressi e delle uscite per controllore, sonde di

temperatura attive, sonde di lettura della temperatura, linea bus di comunicazione all'unità centrale di gestione e supervisione.

Secondo le specifiche tecniche applicative del titolo secondo del DM 01-12-1975 riguardante le norme di sicurezza per gli apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione, l'impianto sarà dotato di tutti i dispositivi di sicurezza, protezione e controllo, quali: manometro, pozzetto controllo temperatura, termometro, termostato di regolazione, termostato di blocco, pressostato di blocco, vasi di espansione circuiti primari, vasi di espansione circuiti secondari, valvola di sicurezza, tronchetto misuratore di portata.

La pompa di calore alimenterà, tramite linee esterne del tipo in acciaio preisolato, un compensatore idraulico installato all'interno del modulo stesso.

A valle del compensatore idraulico, dal collettore di distribuzione usciranno 2 circuiti separati e dotati ciascuno di due elettropompe (una di riserva attiva) per l'alimentazione dei collettori di distribuzione ai pannelli radianti a pavimento dei seguenti corpi:

- zona A zona hall di ingresso bambini e aree attività gioco/pranzo e zona notte lattanti;
- zona B zona servizi personale e zona notte divezzi;

Il riscaldamento viene eseguito con pannelli radianti a pavimento in tutti i locali compresi i bagni e gli ambienti destinati al personale.

I fabbisogni termici dei singoli locali del complesso scolastico saranno corrispondenti alla legge 10/91 ed ai relativi regolamenti di attuazione.

Su ogni collettore di distribuzione ai radiatori verrà installata una elettrovalvola di zona ad azione on/off, 24 Volt con by-pass, comandata da sonda pilota della temperatura ambiente installata a parete.

Le alimentazioni dei collettori di distribuzione termica verranno derivate dalle linee di alimentazione principali, costruite in acciaio nero, installate sottotraccia e/o sottopavimento al piano terra, ancorate mediante apposite strutture di sostegno in acciaio zincato complete di punti fissi, di giunti scorrevoli per la dilatazione termica, di valvole di sfiato automatico a grande capacità con intercettazione installati nei punti più alti dei circuiti. Tutte le linee principali ed i collettori di distribuzione saranno intercettabili.

I collettori di distribuzione saranno installati entro apposita cassetta a parete con portello per l'ispezione e chiave, completi di valvola di taratura per il bilanciamento dei circuiti, di termometri ad orologio, di manometro e di sfiati automatici dell'aria.

Le linee saranno dotate di valvolame di intercettazione e ritegno, giunti antivibranti, valvole di by pass, termometri ad orologio, rubinetti di scarico, filtri, disareatori automatici a grande capacità, giunti dielettrici, sistemi di espansione ecc., nonché di isolamento termico di spessore conforme alla legge 10/91 e regolamenti di attuazione con rivestimento esterno delle tubazioni eseguito con lamierino di alluminio 6/10.

Negli attraversamenti di strutture verticali ed orizzontali le tubazioni saranno installate entro controtubi in acciaio zincato. Lo spazio tra tubo e controtubo sarà riempito con materiale incombustibile e le estremità dei controtubi saranno sigillate con materiale adeguato

PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

Gli impianti da realizzare si intendono costruiti a regola d'arte e dovranno pertanto osservare le prescrizioni del presente capitolato, dei disegni allegati, delle norme tecniche dell'UNI e della legislazione tecnica vigente:

Riferimenti legislativi e normativi

In conformità alla legge 5 marzo 1990, n. 46, gli impianti di climatizzazione devono rispondere alle regole di buona tecnica; il riferimento alle norme UNI e CEI sono considerate norme di buona tecnica:

- Legge 5 marzo 1990, n. 46 - Norme per la sicurezza degli impianti;
- Legge 9 gennaio 1991, n. 10 - Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;
- D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10;
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 – Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- UNI 7357 - Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici;
- UNI 8477-1 - Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta;
- UNI 10339 - Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;
- UNI 10345 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Trasmittanza termica dei componenti edilizi finestrati. Metodo di calcolo;
- UNI 10346 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Scambi di energia termica tra terreno ed edificio. Metodo di calcolo;
- UNI 10347 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante. Metodo di calcolo;
- UNI 10348 - Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo;
- UNI 10355 - Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo;
- UNI 10376 - Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici;
- UNI 10379 - Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato. Metodo di calcolo e verifica;
- UNI 10381-1 - Impianti aeraulici. Condotte. Classificazione, progettazione, dimensionamento e posa in opera;
- UNI 10381-2 - Impianti aeraulici. Componenti di condotte. Classificazione, dimensioni e caratteristiche costruttive.

Regolazioni automatiche. Tolleranze massime

Le regolazioni automatiche debbono essere in grado di assicurare i valori convenuti entro le tolleranze

massime previste. Si considerano accettabili tolleranze:

- di 1 °C, soltanto in più, nel riscaldamento;
- di 2 °C, soltanto in meno, nel raffreddamento.

La regolazione deve poter essere attuata manualmente con organi adeguati, accessibili ed agibili.

Sistema di regolazione, gestione, supervisione

Norme di riferimento:

UNI 7939-1 - Terminologia per la regolazione automatica degli impianti di benessere. Impianti di

riscaldamento degli ambienti;

UNI 9577 - Termoregolatori d' ambiente a due posizioni (termostati d' ambiente).

Requisiti e prove;

UNI EN 12098-1 - Regolazioni per impianti di riscaldamento. Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda.

La regolazione della centrale termica:

Per la regolazione della centrale termica è prevista una regolazione con un quadro elettrico di regolazione che gestisce la pompa di calore funzionante in riscaldamento ed i circuiti di distribuzione.

La pompa di calore è regolata da una sonda di temperatura posizionata sull'accumulo inerziale ed impostata ad una temperatura adatta per i pannelli radianti. La temperatura di mandata della distribuzione per i pannelli radianti a soffitto è regolata mediante miscelatore, comandato in base alla temperatura esterna con sonda climatica esterna.

Regolazione dell'umidità d'ambiente:

Il valore su cui ruota l'intero sistema impianto/pavimento è il punto di rugiada, di conseguenza la misurazione e il controllo dell'umidità relativa.

Il valore ideale dell'umidità ambientale è compreso tra il 50 e il 60%.

Per evitare il rischio di condensazione si prevede l'innalzamento della temperatura di mandata per affrettare l'innalzamento di temperatura superficiale fino a quando la temperatura superficiale non sia salita sopra al punto di rugiada.

La regolazione della temperatura all'interno dei singoli alloggi sarà realizzata ambiente per ambiente attraverso valvole di zona (testine elettriche) installate sul collettore di distribuzione comandate dai termostati ambiente installati nei vari locali

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Descrizione dell'intervento

L'impianto fotovoltaico sarà caratterizzato da una potenza nominale ad STC massima pari a **10 KWp** ed utilizzerà moduli policristallini della potenza di 400W.

All'impianto viene integrato un sistema di accumulo elettrochimico a batterie di Litio della capacità di **20 kWh**.

I pannelli andranno a costituire la copertura della pensilina al fine di garantire la massima ventilazione e l'abbattimento delle temperature sui circuiti dei pannelli nei mesi estivi. La struttura è direttamente fissata sulla lamiera grecata di copertura dell'edificio

Il sistema fotovoltaico sarà collegato alla rete attraverso una cabina di media tensione. Il nuovo impianto e le relative apparecchiature dovranno essere forniti ed installati, consegnati completamente ultimati e funzionanti. Gli stessi dovranno essere realizzati a regola d'arte, in ottemperanza alla normativa tecnica e alle prescrizioni del Capitolato Tecnico.

Rendimento

Lo spessore di una cella fotovoltaica ed il suo costo è strettamente legato alla sua capacità di assorbire la luce solare.

Per le celle in silicio monocristallino il rendimento è sull'ordine del 14-19%, per il silicio policristallino 13-18%, e per quello amorfo del 6-8%.

Componenti dell'impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico è formato dalle seguenti apparecchiature o parti d'impianto:

- **generatore fotovoltaico**

Il generatore fotovoltaico è costituito dall'insieme di moduli fotovoltaici, collegati in serie/parallelo per ottenere la tensione/corrente desiderata; la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del generatore fotovoltaico è la potenza massima o di picco determinata dalla somma delle singole potenze nominali di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate nelle condizioni standard di riferimento.

- **gruppo di conversione**

L'energia prodotta dal generatore FV è in corrente continua per cui è necessario disporre di un dispositivo che provveda alla trasformazione dell'energia elettrica da continua in alternata (cc in AC), utilizzando un dispositivo chiamato inverter. La

forma d'onda prevista per il collegamento in rete è alternata sinusoidale con una frequenza di 50 Hz.

- **Contatore GSE**

È lo strumento che misura l'energia elettrica prelevata o immessa in rete.

- **Contatore di energia bidirezionale**

È lo strumento che registra l'energia elettrica prelevata o immessa in rete.

- **Dispositivo di interfaccia Enel DK5940/5740**

È quella apparecchiatura elettronica utilizzata per interfacciare l'impianto fotovoltaico alla rete GSE. Il sistema effettua un controllo dei parametri elettrici della rete, (tensione, frequenza, presenza rete) ed effettua il collegamento elettrico dell'impianto fotovoltaico con la rete per riversare l'energia elettrica prodotta. In caso di black out nella rete il sistema deve essere in grado di scollegare il generatore fotovoltaico per evitare situazioni di pericolo per chi deve intervenire sulla rete.

- **Data logger**

Apparecchiatura elettronica per il monitoraggio costante dei parametri elettrici del generatore e del suo funzionamento.

- **Cavi elettrici e connettori**

I cavi elettrici ed i connettori sono di tipo speciale realizzati per resistere alle intemperie ed alla esposizione della luce solare per oltre 20 anni.

- **Canali metallici /tubi /cavidotti**

I cavi elettrici per essere protetti meccanicamente e per poter essere convogliati a destinazione devono essere alloggiati all'interno di canali metallici, tubi o cavidotti.

- **Strutture di sostegno**

Le strutture di sostegno saranno costituite in alluminio, acciaio zincato, o inox atte a sostenere i moduli fotovoltaici in posizione inclinata. Questo tipo di accessorio è fondamentale per un buon impianto, deve adattarsi alla copertura in modo perfetto e deve supportare stabilmente per oltre 20 anni i moduli dell'impianto.

- **Quadro sottocampo (QSC) c.c.**

È il quadro che collega in parallelo le stringhe. All'interno del quadro è presente un diodo a protezione di ogni stringa contro un'eventuale ritorno di corrente ed un sezionatore con fusibile da 10 A per la protezione della linea contro i cortocircuiti. A completamento delle protezioni è presente un interruttore magnetotermico generale e degli scaricatori di sovratensione di origine atmosferica.

- **Quadro di parallelo (QP) c.a.**

È il quadro che collega in parallelo gli inverter lato corrente alternata.

MODALITA' DI FUNZIONAMENTO

Collegamento grid connected

Il generatore fotovoltaico è collegato direttamente alla rete elettrica (GRID CONNECTED). Con questo tipo di collegamento quando la produzione di energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici supera la quantità autoconsumata, l'eccedenza viene immessa nella rete elettrica pubblica e remunerata con un compenso da parte delle società elettriche.

CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

Collegamento dei moduli fotovoltaici in serie-parallelo.

Le stringhe sono costituite da moduli fotovoltaici collegati elettricamente tra loro in serie. Nella realizzazione delle stringhe i moduli dovranno essere dello stesso tipo con identiche caratteristiche elettriche. Le stringhe costituite da moduli fotovoltaici con caratteristiche di diverso tipo dovranno essere collegati ad una unità di conversione distinta.

Ciascuna stringa di moduli fotovoltaici dovrà essere singolarmente sezionabile, al fine di poter effettuare verifiche di funzionamento e manutenzioni senza dover porre fuori servizio l'intero generatore fotovoltaico. Inoltre ciascuna stringa dovrà essere dotata di diodi di blocco, fusibili di protezione contro guasti che originano sovracorrenti e da scaricatori di sovratensione di origine atmosferica. La quantità di moduli da collegare in serie o il numero delle stringhe da collegare in parallelo verrà stabilito in fase di progettazione in funzione delle caratteristiche dell'apparecchiatura di conversione. Il collegamento in parallelo di più stringhe verrà realizzato all'interno di quadri elettrici IP65 denominati quadri sottocampo "QSC".

Disposizione dei moduli fotovoltaici.

L'installazione dei moduli fotovoltaici verrà realizzata sulla superficie inclinata della copertura dell'edificio

Strutture di sostegno moduli

Le strutture di sostegno del generatore fotovoltaico saranno costituite da strutture metalliche realizzate in profilati di acciaio installate sulle falde.

Schema a blocchi configurazione dell'impianto

La configurazione di un sistema di produzione funzionante in parallelo alla rete del distributore, in accordo con la Norma CEI 11-20, è riportata nel seguente schema unifilare.

Cavi elettrici c.c.

I cavi elettrici utilizzati nella sezione in c.c. soddisfano i seguenti requisiti:

- Resistenza agli agenti atmosferici
- Resistenza alle temperature elevate $-40^{\circ}\text{C}/+90^{\circ}\text{C}$
- Resistenza per un funzionamento continuativo
- Sezione del cavo idonea per limitare le c.d.t. ($<1\%$) e perdite per effetto joule
- Resistenza all'invecchiamento >30 anni

I cavi di bassa tensione per corrente continua saranno del tipo unipolare flessibile in rame, armonizzato HAR, tipo H07RN-F, (o nazionale, tipo FG1K, FG1OK); conforme alle



prescrizioni CEI 20-19; CENELEC HD 22-4.S2, 450÷750V, isolato in gomma con guaina esterna in policloroprene, non propagante la fiamma (CEI 20-35 e varianti), temperatura caratteristica 60°C , per posa mobile o in idonea tubazione. I cavi di collegamento delle stringhe con i rispettivi quadri di sottocampo saranno unipolari del tipo H07RN-F di sezione pari 6 mm^2 , con tensione nominale 0,45/0,75 kV. I cavi saranno posati senza alcuna giunzione intermedia. I terminali di partenza di ciascuna stringa saranno

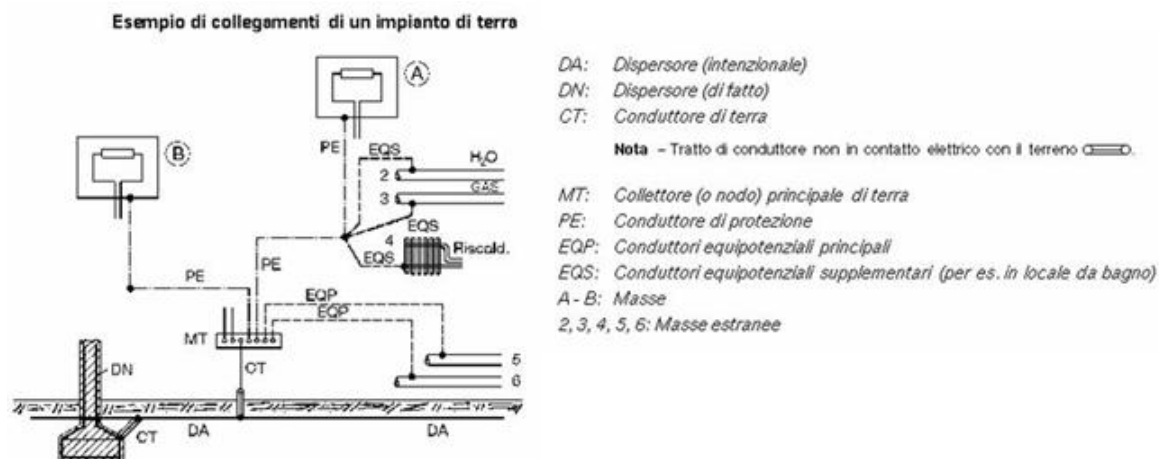
contraddistinti da fascette numerate per contrassegnare i vari circuiti e la funzione di ogni conduttore con riferimento alla loro polarità. L'ingresso dei cavi nei quadri di sottocampo verrà realizzato attraverso raccordi cavo-scatola (pressa cavo).

IMPIANTO DI TERRA

Particolarità costruttive

Costituzione e prescrizioni impianto elettrico

L'impianto di terra soddisfa le prescrizioni di sicurezza e funzionali dell'impianto elettrico, in particolare deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche previste.



Dispersori

Nel caso specifico è costituito dai ferri delle fondazioni in c.a. della struttura in conformità alle Norme CEI 11-8. In particolare il dispersore di fatto è costituito dalla maglia d'armatura del fabbricato, integrata da dispersori d'acciaio zincato della lunghezza 1,5 m posti in pozzetti ispezionabili e da dispersori orizzontali costituiti da treccia di rame nudo da 35mm²

Conduttori di terra

Collega il collettore di terra e i dispersori tra di loro, non in intimo contatto con il terreno, ad una profondità $\geq 0,5$ m dalla superficie. Può essere protetto o non protetto contro la corrosione. Le sezioni minime sono di seguito riportate .

Il conduttore di terra deve avere le seguenti sezioni minime:

Caratteristiche di posa del conduttore	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetto contro la corrosione	In accordo con sez. minime utilizzate per conduttori di protezione	16 mm ² (rame) 16 mm ² (ferro zincato)
Non protetto contro la corrosione	25 mm ² (rame)	
	50 mm ² (ferro zincato o rivestimento equivalente)	

Collettori o nodi principali di terra

Sono costituiti da una sbarra o da un terminale al quale si devono collegare tutti i conduttori di terra, di protezione, equipotenziali principali e, se richiesti, i conduttori funzionali.

Sul conduttore di terra, in posizione accessibile, è previsto un dispositivo di apertura che permetta di misurare la resistenza di terra: tale dispositivo viene convenientemente combinato con il collettore principale di terra. Questo dispositivo deve essere apribile solo mediante attrezzo, deve essere meccanicamente robusto e deve assicurare il mantenimento della continuità elettrica. I conduttori di protezione o PEN possono essere collegati a terra in più punti.

Si raccomanda che il dispositivo di apertura sia combinato con il collettore principale di terra.

Conduttori di protezione PE

Le sezioni dei conduttori di protezione non sono inferiori ai seguenti valori:

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto S [mm²]	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp [mm²]
$S \leq 16$	$Sp = S$
$16 < S \leq 35$	$Sp = 16$
$S > 35$	$Sp = S/2$

Tali valori sono utilizzabili solo in caso in cui il materiale dei conduttori di fase e di protezione sia lo stesso (in caso contrario, riferirsi alla norma CEI 64-8 Art. 543).

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione, non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

I conduttori di protezione, ovvero, gli involucri o strutture metalliche dei quadri, i rivestimenti metallici (comprese le guaine di alcune condutture), i tubi protettivi, i canali metallici, le masse estranee, devono rispondere alle specifiche indicate nella norma CEI 64-8 Art. 543.2.

Le connessioni dei conduttori di protezione saranno accessibili per ispezioni e per prove, ad eccezione delle giunzioni di tipo miscelato o incapsulato.

Collegamenti equipotenziali delle strutture metalliche porta moduli fotovoltaici

Le strutture portanti dei moduli, realizzate con profilati in acciaio zincato saranno collegate all'impianto di terra attraverso dei collegamenti equipotenziali realizzati con cavi del tipo N07G9-K della sezione 6mm^2 . La dorsale dell'impianto di terra verrà realizzata con un conduttore del tipo N07G9-K della sezione 16mm^2 farà capo al collettore di terra dell'impianto generale.

Collegamenti equipotenziali del quadro QSC1 e dell'inverter

Le parti metalliche dell'inverter dovranno essere collegata all'impianto di terra attraverso un cavi del tipo N07G9-K della sezione 10mm^2 . essendo l'inverter appartenente ad sistema tipo IT è previsto il monitoraggio delle correnti di dispersione verso terra, attraverso l'impiego di un trasformatore toroidale inserito nel conduttore di terra

Protezione contro le scariche atmosferiche

Non risulta prevista l'installazione di alcun impianto relativo alla protezione contro le scariche atmosferiche in quanto l'installazione dei moduli non modifica l'altezza dell'edificio. Per prevenire eventuali scariche di sovratensione di origine atmosferica è prevista l'installazione di scaricatori di sovratensione nel quadro in c.c. SC1 e nell'inverter. Gli stessi verranno collegati all'impianto di terra.

Dichiarazione di conformità

Al termine dei lavori l'impresa installatrice è tenuta a rilasciare al committente la dichiarazione di conformità (Legge 37/08) che equivale a tutti gli effetti all'omologazione dell'impianto.

Fanno eccezione gli impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione per i quali l'omologazione è effettuata dall'ASL o dall'ARPA competenti per territorio che effettuano la prima verifica.

SISTEMI DI PROTEZIONE

Protezione dalle sovracorrenti

Protezione delle condutture contro le sovracorrenti

I conduttori attivi devono essere protetti tramite una delle modalità seguenti:

- installazione di dispositivi di protezione da sovraccarichi e cortocircuiti (CEI 64-8 Sez. 434 e Sez. 433) aventi caratteristiche tempo/corrente in accordo con quelle specificate nelle Norme CEI relative ad interruttori automatici e da fusibili di potenza,

oppure

- utilizzo di un'alimentazione non in grado di fornire una corrente superiore a quella sopportabile dal conduttore.

I dispositivi che assicurano la protezione sia contro i sovraccarichi sia contro i cortocircuiti sono:

- interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente;
- interruttori combinati con fusibili;
- fusibili.

Sovraccarico

I dispositivi che permettono protezione unicamente dai sovraccarichi hanno la caratteristica di intervento a tempo inverso e possono avere potere di interruzione inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui essi sono installati (interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente o fusibili gG/aM).

Le condizioni che devono rispettare sono le seguenti:

$$1) \quad I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$2) \quad I_f \leq 1,45 I_Z$$

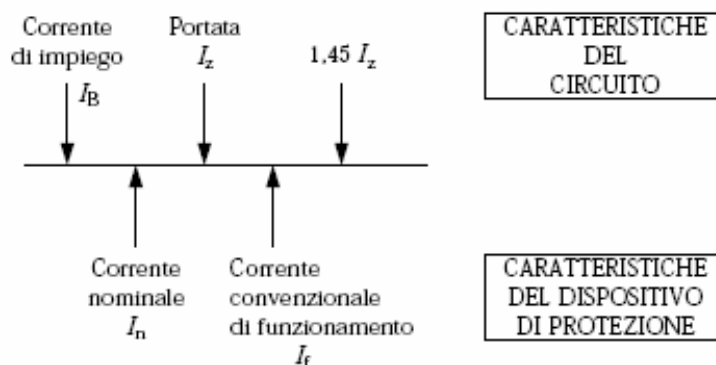
dove:

I_B = corrente di impiego del circuito;

I_Z = portata in regime permanente della conduttura (Sezione 523);

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione (Per i dispositivi di protezione regolabili la corrente nominale I_n è la corrente di regolazione scelta);

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.



Si consiglia di non installare protezioni contro i sovraccarichi nei circuiti che alimentano apparecchi utilizzatori in cui l'apertura intempestiva del circuito potrebbe essere causa di pericolo.

Cortocircuito

I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono avere i seguenti requisiti:

- potere di interruzione maggiore o uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di back up);
- tempo di intervento inferiore a quello necessario affinché le correnti di cortocircuito provochino un innalzamento di temperatura superiore a quello ammesso dai conduttori, ovvero deve essere rispettata la relazione:

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

t = durata in secondi;

S = sezione in mm² ;

I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;

K = 115 per i conduttori in rame isolati con PVC;

143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;

74 per i conduttori in alluminio isolati con PVC;

87 per i conduttori in alluminio isolati con gomma etilenpropilenica o propilene reticolato;

115 corrispondente ad una temperatura di 160°C, per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame;

$I^2 t$ = integrale di Joule per la durata del cortocircuito (espresso in A²s).

La formula appena descritta è valida per i cortocircuiti di durata ≤ 5 s e deve essere verificata per un cortocircuito che si produca in un punto qualsiasi della conduttura protetta.

I dispositivi di protezione contro il corto circuito devono essere installati nei punti del circuito ove avviene una variazione delle caratteristiche del cavo (S, K) tali da non soddisfare la disequazione suddetta eccetto nel caso in cui il tratto di conduttura tra il punto di variazione appena citato e il dispositivo soddisfi contemporaneamente le seguenti condizioni:

- lunghezza tratto ≤ 3 m;
- realizzato in modo che la probabilità che avvenga un cortocircuito sia bassissima;
- non sia disposto nelle vicinanze di materiale combustibile o in luoghi a maggior rischio in caso di incendio o di esplosione.

- Il coordinamento tra la protezione contro i sovraccarichi e la protezione contro i cortocircuiti può essere ottenuta tramite:

- un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi (se rispetta le prescrizioni contenute nella Norma CEI 64-8 Sez. 433 ed ha un potere di interruzione maggiore o uguale al valore della corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione);
- dispositivi distinti, coordinati in modo che l'energia lasciata passare dal

dispositivo di protezione dal corto circuito sia inferiore o uguale a quella massima sopportabile dal dispositivo di protezione dal sovraccarico.

Protezione dei conduttori di fase

La rilevazione ed interruzione delle sovracorrenti deve essere effettuata per tutti i conduttori di fase a meno delle eccezioni specificate dalla Norma CEI 64-8 Sez. 473.3.2.

Protezione contro i contatti diretti

Protezione per mezzo di isolamento delle parti attive

Questa protezione è ottenuta tramite isolamento completo e irrimovibile (tranne che per mezzo di distruzione) delle parti attive del sistema.

Protezione dalle parti attive per mezzo di involucri o barriere

Caratteristiche:

- $IP \geq 2X$ o $IP \geq IPXXB$ ($IP \geq 4X$ o $IP \geq XXD$ per quanto riguarda le superfici orizzontali superiori a portata di mano);
- nel caso debbano essere rimossi involucri o barriere si deve provvedere a rispettare i requisiti minimi forniti dalla norma (ad esempio rendendo possibile l'operazione solamente tramite chiave o attrezzo).

Protezione contro i contatti indiretti

Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

Questa metodologia di protezione è richiesta se sulle masse può essere superato (in caso di guasto) il seguente valore della tensione di contatto limite:

$$U_L > 50V \text{ in c.a. (120V in c.c.)}$$

Si devono coordinare:

- tipologia di collegamento a terra del sistema;
- tipo di PE utilizzato;
- tipo di dispositivi di protezione.

Si devono collegare allo stesso impianto di terra tutte le masse a cui si possa accedere simultaneamente.

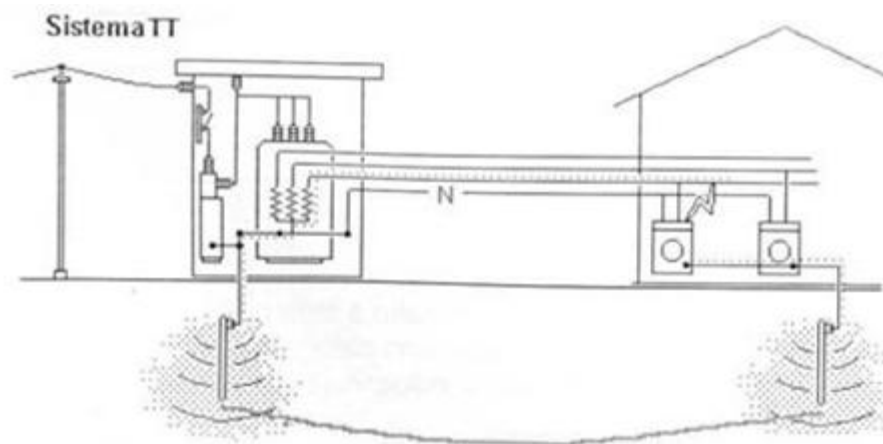
Devono essere connessi al collegamento equipotenziale principale:

- il conduttore di protezione;
- il conduttore di terra;

- il collettore principale di terra;
- le masse estranee specificate all'art. 413.1.2.1.

In casi particolari definiti dalla norma può essere richiesto un collegamento equipotenziale supplementare.

Prescrizioni particolari per sistemi TT (senza cabina propria, categoria I)



Questa tipologia di sistema è caratterizzata da:

- messa a terra del sistema di alimentazione tramite un punto di messa a terra (generalmente il neutro o una fase);
- collegamento di tutte le masse che devono essere protette da uno stesso dispositivo ad un unico impianto di terra.

La protezione contro i contatti indiretti deve essere ottenuta mediante interruzione automatica dell'alimentazione per mezzo di dispositivi di protezione a corrente differenziale, oppure dispositivi di protezione contro le sovracorrenti purché, per entrambi, sia verificata la seguente disequazione:

$$R_A \cdot I_A \leq 50$$

R_A [Ω] = resistenze dell'impianto di terra (condizioni più sfavorevole);

I_A [A] = corrente che provoca l'intervento del dispositivo automatico di

protezione definita nei casi specifici dalla norma.

Collegamento equipotenziale supplementare

Il collegamento deve essere disposto tra tutte le masse e masse estranee che possono essere accessibili simultaneamente, inoltre deve essere collegato a tutti i conduttori PE dei componenti elettrici.

Protezione con impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente

La protezione deve essere ottenuta tramite:

- utilizzo di componenti elettrici di classe II e quadri rispondenti alla Norma CEI 17-13/1: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT - Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS));
- isolamento supplementare di componenti aventi il solo isolamento principale e isolamento rinforzato delle parti attive nude (entrambi ottenibili rispettando le condizioni art. 413.2 CEI 64-8).

Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti della autoproduzione che della rete di distribuzione pubblica è realizzata in conformità a quanto previsto dalla Norma CEI 11-20 con riferimento anche a quanto contenuto nei documenti di unificazione ENEL DK5950, DV1604 e DV604.

L'impianto risulta equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su tre livelli: dispositivo del generatore ; dispositivo di interfaccia ; dispositivo generale.

- Dispositivo di generatore

L'inverter è protetto contro il cortocircuito e il sovraccarico. La presenza di un guasto interno provoca l'immediato distacco dell'inverter dalla rete elettrica.

- Dispositivo di interfaccia

Il dispositivo di interfaccia deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione dell'energia elettrica in caso di guasto sulla rete elettrica. Un'apparecchiatura rileva costantemente i parametri elettrici relativi ai valori di tensione min/max e frequenza min/max. Il dispositivo di interfaccia impedisce che l'inverter continui a funzionare da isola per evitare situazioni di pericolo per gli addetti alla manutenzione della rete elettrica

- Dispositivo generale

Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica.

COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONI

Coordinamento apparecchi di protezione

Coordinamento selettivo tra dispositivi di protezione da sovracorrenti

La soluzione normalmente adottata è quella del coordinamento selettivo delle protezioni di massima corrente che consente di isolare dal sistema la parte di impianto

interessata dal guasto, facendo intervenire il solo interruttore situato immediatamente a monte di esso.

Al fine di realizzare un corretto coordinamento selettivo, si devono tener presente le seguenti regole fondamentali:

- 1) allo scopo di ridurre gli effetti di tipo termico ed elettrodinamico e contenere i tempi di ritardo entro valori ragionevoli, il coordinamento selettivo non dovrebbe avvenire tra più di quattro interruttori in cascata;
- 2) ciascun interruttore deve essere in grado di stabilire, supportare ed interrompere la massima corrente di cortocircuito nel punto dove è installato;
- 3) per assicurarsi che gli interruttori di livello superiore non intervengano, mettendo fuori servizio anche parti di impianto non guaste, si devono adottare soglie di corrente di intervento (ed eventualmente di tempo di intervento) di valore crescente partendo dagli utilizzatori andando verso la sorgente di alimentazione;
- 4) per assicurare la selettività, l'intervallo dei tempi di intervento dovrebbe essere approssimativamente di 0,1-0,2 s. Il tempo massimo di intervento non dovrebbe superare i 0,5 s.

La selettività tra due interruttori in cascata, può essere totale o parziale.

MODALITA' DI ESECUZIONE DELL'IMPIANTO E FORNITURA MATERIALI

Modalità di esecuzione degli impianti

L'esecuzione dei lavori dovranno essere eseguiti con il pieno rispetto della regola dell'arte e di tutte le prescrizioni impartite a riguardo dalla Direzione dei Lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nella presente relazione tecnica.

Varianti dei lavori in corso d'opera

Eventuali variazioni dei lavori in corso d'opera dovranno essere presentate preventivamente alla Direzione dei Lavori per la valutazione tecnica.

Fornitura materiali-apparecchiature

Tutti i componenti elettrici che verranno impiegati per la realizzazione dell'opera dovranno essere costruiti a regola d'arte e conformi alle Norme che li concernano con l'attestazione del marchio CE.

Tali campioni dovranno essere accompagnati da una scheda tecnica riportante tutti i dati e le caratteristiche del prodotto, necessaria per la valutazione ed eventuale approvazione da parte della Direzione Lavori.

IMPIANTI SPECIALI

Sistema di controllo e monitoraggio impianto

L'impianto fotovoltaico dovrà essere dotato di sistema di monitoraggio delle prestazioni (data logger) tale da permettere, attraverso un software dedicato, l'interrogazione in ogni istante dell'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati e dei moduli fotovoltaici, con la possibilità di visionare le funzioni di stato, comprese le anomalie di funzionamento, il tutto da una postazione remota. Il data logger dovrà essere in grado di memorizzare uno storico delle grandezze elettriche acquisite ed elaborare e presentare grafici attinenti alle grandezze elettriche acquisite.

Il sistema di acquisizione dati sarà anche equipaggiato con sensori meteo costituiti da una sonda di temperatura (PT100) ed un solarimetro per la misura dell'irraggiamento globale sul piano inclinato dei moduli mobile. Il data logger dovrà essere in grado di dialogare con gli inverter attraverso una linea seriale RS485 e con una RS 232 con un PC per la visualizzazione del software di acquisizione in loco e la trasmissione via rete GSM attraverso modem dedicato.

VERIFICHE TECNICO-FUNZIONALI

Verifica tecnico-funzionali

Terminata la fase d'installazione dell'impianto, si procederà al suo collaudo per verificarne il corretto funzionamento. La fase di collaudo dovrà prevedere le verifiche tecniche funzionali da parte della ditta installatrice e rilasciare una dichiarazione certificante l'esito delle verifiche effettuate.

Prima di eseguire le verifiche tecnico-funzionali dovrà essere verificato:

- che vi siano condizioni di irraggiamento stabili in modo da rendere stabili le misure effettuate;
- che vi sia una radiazione di almeno 600 W/m² allineando il sensore di radiazione al piano dei moduli;

- che non si stiano effettuando le verifiche nelle ore più calde;
- che non si stiano effettuando le verifiche in presenza di giornate afose, in quanto la presenza di umidità nell'aria determina un aumento della componente diffusa, aumento che a sua volta comporta un rendimento del campo più basso;
- la pulizia dei moduli.

Inoltre si dovrà effettuare un'ispezione visiva del corretto funzionamento dei vari componenti che costituiscono l'impianto e di effettuare delle misure qualitative dei parametri elettrici.

La verifica tecnico-funzionale dell'impianto consiste nel verificare:

- la continuità elettrica e le connessioni tra moduli;
- la messa a terra di masse e scaricatori;
- l'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;
- il corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- la condizione: $P_{cc} > 0,85 P_{nom} I / ISTC$,

ove:

P_{cc} è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del 2%, **P_{nom}** è la potenza nominale (in kW) del generatore fotovoltaico; **I** è l'irraggiamento (in W/m²) misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del 3% (classe 1°);

ISTC, pari a 1000 W/m², è l'irraggiamento in condizioni standard;

- la condizione: $P_{ca} > 0,9 P_{cc}$, ove: **P_{ca}** è la potenza attiva (in kW) misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%;
- la condizione: $P_{ca} > 0,75 P_{nom} I / ISTC$.

MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

Interventi di manutenzione

Gli impianti fotovoltaici non richiedono interventi significativi di manutenzione.

Generalmente gran parte delle verifiche possono essere effettuate anche da personale non esperto ma capace di operare su circuiti elettrici applicando ove richieste tutte le norme sicurezza necessarie. Le verifiche riguardano l'eventuale presenza di:

- danneggiamenti dei moduli o delle strutture di sostegno;
- eventuali cavi strappati o rosicchiati che non devono essere toccati in quanto la riparazione di queste parti deve essere affidata solo ad un tecnico specializzato;
- accumulo di sporcizia sui moduli, come ad esempio foglie in autunno, neve d'inverno, erba o escrementi di uccelli;
- eventuale accumulo di sporcizia negli angoli di telai dei moduli e dei profilati di fissaggio che potrebbero essere causa di ombreggiamenti parziali delle celle fotovoltaiche poste negli angoli.

Le operazioni di manutenzione avranno cadenza annuale. Generalmente si effettuano nei mesi che precedono maggio, ossia nei mesi che precedono il periodo di maggiore resa. Durante un intervento di manutenzione ordinaria bisogna almeno effettuare i seguenti controlli:

- registrare tutte le eventuali segnalazioni di guasti;
- verificare il corretto funzionamento dei dispositivi di sicurezza;
- verifica delle strutture di sostegno;
- misurazione di ogni stringa di moduli;
- verificare il corretto funzionamento dell'inverter;
- effettuare un'ispezione visiva sia del generatore fotovoltaico che dei cavi visibili.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Norme di Legge

D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547:

Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro

L. 1/3/68 n°186

Disposizioni concernenti la produzione ed installazione di apparecchiature ed impianti elettrici ed elettronici

Decreto legislativo 12 novembre 1996 n. 615:

Attuazione della direttiva europea 89/536 CEE - Compatibilità elettromagnetica

Decreto legislativo 25 novembre 1996 n. 626 e decreto legislativo 31 luglio 1977 n. 277, rispettivamente:

Attuazione e modifica della direttiva 93/68 CEE - Marcatura CE del materiale elettrico

D.P.R. n° 462 del 22/10/2001:

Regolamento di semplificazione del procedimento 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

DM 37/08 gennaio 2008:

Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11- quaterdecies, comm 13, lettera a) dalla legge n.248 del 2/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti elettrici

II TECNICO