



**REGIONE SICILIA**  
**COMUNE DI SANT'ANGELO DI BROLO**  
**Città Metropolitana di Messina**



**PROGETTO ESECUTIVO**

( art. 41 c.8 D.Lgs. 31 marzo 2023 n.36 )

RIQUALIFICAZIONE RECUPERO ED EFFICIENTAMENTO  
ENERGETICO DEI CAMPI SPORTIVI POLIVALENTI IN C/DA SAN  
CARLO CON DESTINAZIONE ALL'ATTIVITÀ AGONISTICA E  
MULTIDISCIPLINARITÀ DELL'IMPIANTO - CUP E84J24000520009

**EL. 6.1**

**PROGETTO DEGLI IMPIANTI**  
**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTI**

*Data: Novembre 2024*

**I Progettisti**  
**(Ing. Tindaro Pino SCAFFIDI)**



**Il R.U.P.**  
**(Arch. Francesco PINTAUDI)**

**Il Sindaco**  
**(Dott. Francesco Paolo CORTOLILLO)**

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTI**

## Indice generale

PREMESSA.....	4
Impianto elettrico .....	5
Caduta massima di tensione e portata massima di corrente .....	5
Normativa degli impianti .....	5
Elenco delle opere principali .....	7
Caratteristiche degli impianti.....	7
Apparecchiature di comando .....	10
Quadri elettrici .....	12
Linee e canalizzazioni principali .....	13
Valutazione del rischio incendio, misure di protezione e scelta dei cavi elettrici .....	15
Impianto di illuminazione .....	16
Impianto di forza motrice .....	17
Impianto di terra ed equipotenzialità.....	17
Sistemi di protezione adottate .....	19
Protezione contro i contatti diretti .....	19
Protezione contro i contatti indiretti.....	20
Protezione contro gli effetti termici .....	20
Protezione contro le sovracorrenti.....	20
Protezione contro le correnti di guasto .....	21
Protezione contro le sovracorrenti.....	21
Protezione contro le correnti di cortocircuito.....	21
Metodologia di calcolo .....	22
Calcolo delle correnti di impiego.....	22
Dimensionamento dei cavi elettrici e dei dispositivi di protezione .....	22
Calcolo della temperatura dei cavi elettrici .....	26
Calcolo della caduta di tensione lungo una linea.....	26
Impianto di rivelazione fumo .....	28
Impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica .....	32
Descrizione dell'impianto.....	33
Caratteristiche dei componenti .....	34
Quadri elettrici .....	35
Collegamenti elettrici .....	35
Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI) .....	38
Caratteristiche del gruppo di conversione .....	39
Impianto rete dati LAN .....	40
Tipologia della rete .....	41
Descrizione generale del progetto.....	41
Sistema di cablaggio strutturato .....	42
Verifica del sistema di cablaggio.....	42

Impianto di climatizzazione estiva ed invernale .....	43
Generalità .....	43
Leggi, Norme, Regolamenti.....	43
Descrizione del sistema.....	44
Fluido refrigerante .....	46
Unità terminali .....	46
Verifiche preliminari e prove funzionali.....	47
Impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria .....	48
Impianto idrico sanitario.....	49
Materiali di installazione.....	51
Verifiche e certificazioni .....	51
Verifiche periodiche per gli impianti elettrici .....	51

## PREMESSA

La presente relazione tecnica è stata redatta allo scopo di descrivere le caratteristiche principali relative agli impianti elettrici di distribuzione, impianti di illuminazione ordinaria e di emergenza, impianto di produzione energia elettrica mediante fotovoltaico, impianto di climatizzazione estiva ed invernale per i lavori di RIQUALIFICAZIONE RECUPERO ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEI CAMPI SPORTIVI POLIVALENTI IN C/DA SAN CARLO CON DESTINAZIONE ALL'ATTIVITÀ AGONISTICA E MULTIDISCIPLINARITÀ DELL'IMPIANTO nel Comune di Sant'Angelo di Brolo (ME).

La tipologia di intervento è da inquadrarsi come "nuovo impianto", in particolare le opere riguarderanno la nuova realizzazione degli impianti sopra riportati in tutti gli ambienti ed a servizio di tutti i locali di completamento del centro.

Ai fini degli impianti elettrici l'attività in essere viene classificata come ambiente a maggior rischio in caso di incendio; pertanto, verranno adottate le prescrizioni specifiche della sezione 751 della Norma CEI 64-8 "ambienti a maggior rischio in caso di incendio".

La tipologia di intervento è da inquadrarsi come "nuovo impianto".

L'intervento ricade nell'ambito della Legge 37/2008.

L'elenco descrittivo delle opere da eseguire è principalmente il seguente:

- Installazione dell'impianto di illuminazione con lampade ad alta efficienza a LED;
- Installazione dell'impianto di illuminazione di emergenza con lampade autonome a LED;
- Quadri elettrici a protezione delle linee;
- Impianto segnalazione incendio;
- Impianto fotovoltaico della potenza nominale pari a 4 kWp;
- Impianto solare termico
- Impianto di illuminazione sportiva per campo di calcio a 5 e campo polivalente.

## **Impianto elettrico**

### **Caduta massima di tensione e portata massima di corrente**

La caduta massima di tensione per ogni circuito, misurata dal Quadro Generale al punto più lontano, quando sia inserito il carico nominale non dovrà superare il 4% della tensione a vuoto per tutti i circuiti.

La densità di corrente nei vari conduttori non dovrà mai essere superiore a quella consentita dalle tabelle CEI UNEL 35024/1 relative tenendo conto delle modalità di posa e di un coefficiente di contemporaneità per le potenze installate.

Oltre all'illuminazione ordinaria ed al circuito prese, le linee di potenza, ovvero quelle dei carichi con assorbimenti maggiori, sono tutte dedicate e dotate di singola linea.

Le potenze sono esplicitate nell'allegato unifilare in cui si riporta la lunghezza di ogni singola linea, la potenza assorbita totale e quella assorbita tenendo conto dei coefficienti di utilizzazione e di contemporaneità. Lo schema di progetto unifilare contiene tutte le informazioni dell'impianto comprese le linee elettriche che non fanno parte del presente intervento, l'elaborato scaturisce dalla situazione dello stato di fatto dallo studio dei documenti progettuali precedenti ed esistenti e da rilievi effettuati in loco, sostanzialmente l'assetto impiantistico resterà inalterato ma verranno sostituiti gli interruttori esistenti nei quadri di piano e verrà integrato qualche interruttore ad uso delle eventuali nuove linee da installare.

### **Normativa degli impianti**

**L'impianto elettrico dovrà essere realizzato secondo le vigenti disposizioni:**

- Legge n° 186 del 1° marzo 1968;
- Legge n° 37 del 22 gennaio 2008;

### **Osservanza alle Norme di settore**

In osservanza a quanto previsto dalle Legge 1 marzo 1968 - N° 186, pubblicata sulla G.U. N° 77 del 23 Marzo 1968, che dice:

“Art. 1 - Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte”;

“Art. 2 - I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed

elettronici realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano costruiti a regola d'arte", tutti gli impianti elettrici dovranno essere realizzati in perfetto accordo con la Legge sopracitata.

In particolare gli impianti, a secondo del tipo d'uso e destinazione, dovranno essere conformi alle seguenti norme, con relative varianti, appendici ed errata corrige, se applicabili:

CEI 23-51 (fasc. 2371) - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;

CEI 64-8 (fasc. 4131-37) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

CEI 64-12 (fasc. 2093G) - Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;

CEI 81-1 (fasc. 2943) - Protezione di strutture contro i fulmini.

### **Osservanza alle Leggi, Decreti e Regolamenti**

Oltre ad essere rispondenti alle norme CEI, gli impianti elettrici, dovranno essere eseguiti secondo quanto previsto dalle seguenti leggi, decreti e circolari ministeriali:

- D.Lgs. N° 81 del 9/04/2008 *Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.*

- D.M. N° 236 del 23/06/1989 "*Prescrizioni per il superamento delle barriere architettoniche*"

- D.L. 626 del 25/11/96 (attuazione direttiva CEE 93/68 in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione e successive modificazioni).

- D.P.R. N. 462 del 22/10/2001 Verifiche dispositivi di messa a terra, protezione contro le scariche atmosferiche ed impianti elettrici pericolosi. (GU n.6 del 08/01/2002).

- D.L. n° 37 del 22 gennaio 2008 Riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (GU Serie Generale n.61 del 12/03/2008).

### **Norme per il superamento delle barriere architettoniche**

Per i locali utilizzati da persone disabili, l'impianto elettrico dovrà essere conforme alle prescrizioni particolari del D.M. N° 236 del 14/06/89. Ai fini dell'eliminazione delle barriere architettoniche occorre ubicare in posizione accessibile e comoda per il portatore di handicap gli interruttori, i campanelli, i pulsanti di comando, le prese, il citofono e tutti i terminali degli impianti. Occorre inoltre che tali apparecchi siano facilmente individuabili, anche in condizioni di

scarsa visibilità e che siano protetti da danneggiamento per urto.

### **Elenco delle opere principali**

La documentazione di progetto per la realizzazione degli impianti è particolareggiata per le più importanti opere di seguito elencate:

- Impianto elettrico di distribuzione;
- Impianto di illuminazione di servizio;
- Impianto di illuminazione di emergenza;
- Impianto rete LAN cablata;
- Impianto di climatizzazione estiva ed invernale;

### **Caratteristiche degli impianti**

La realizzazione delle linee principali luce e FM verrà effettuata mediante l'adozione di conduttori di rame isolato rispondenti alle norme UNEL e CEI.

In particolare, nella realizzazione delle linee elettriche saranno impiegati cavi con conduttore flessibile in rame, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), unipolari con tensione nominale 450/750 V tipo H07Z1-K – 450/750 KV, e di tipo FG16(o)M16 0,6/1kV - Cca - s1b, d1, a1, norma di riferimento CEI EN 20-23 per posa entro tubazioni, canaletta o canali sui circuiti di energia con tensione 220/400V e per correnti deboli (CEI 20-22) con isolamento di tipo non propagante l'incendio.

I nuovi cavi saranno contrassegnati in modo da individuare prontamente il servizio a cui appartengono; inoltre, i singoli conduttori saranno contrassegnati in modo da individuare la funzione. L'individuazione potrà essere effettuata con codice alfanumerico o con i colori.

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti saranno contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712.

In particolare la colorazione dei conduttori sarà diversificata, in relazione alle classi di appartenenza dei conduttori, in modo da rendere perfettamente distinguibili tra loro le tre fasi, il neutro, e il PE.

I colori saranno:

- marrone, nero, grigio, per le fasi di potenza;



- blu per il conduttore del neutro;
- giallo verde per il conduttore della terra;
- rosso per i conduttori positivi in c.c.
- nero per i conduttori negativi in c.c.

Questi ultimi due dovranno essere localizzati entro apposite tubazioni, in quanto appartenenti a circuiti a corrente continua.

CAVO DI:	COLORE
FASE L1 - (R)	MARRONE
FASE L2 - (S)	NERO
FASE L3 - (T)	GRIGIO
NEUTRO	BLU'

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti<sup>1</sup> (affinché la caduta di tensioni non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) saranno scelte tra quelle unificate. In ogni caso non saranno superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per i conduttori di rame sono:

- 0,75 mm<sup>2</sup> per i circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm<sup>2</sup> per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 1,5 kW;
- 2,5 mm<sup>2</sup> per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 1,5 kW e inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 4 mm<sup>2</sup> per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 2,2 kW;
- 6 mm<sup>2</sup> per i collegamenti delle masse estranee ai nodi equipotenziali e per i collegamenti dei nodi equipotenziali al connettore principale di protezione.

La sezione dei conduttori di neutro non sarà inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifase, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori neutri sarà ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni degli art. 522, 524.1, 524.2, 524.3, 543.1.4. delle norme CEI 64-8 (vedi più avanti).

---

1 Fare riferimento agli schemi elettrici di calcolo (unifilari elettrici).

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non sarà inferiore a quella indicata nella tabella 1, tratta dalla tab. 54F delle norme CEI 64-8. (Vedi anche le prescrizioni riportate agli artt. 543, 547.1.1., 547.1.2. e 547.1.3. delle norme CEI 64-8) norme CEI 20-37 e 20-38.

Tab. 1

Sezione del conduttore di fase	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase	Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase
minore o uguale a 16 mm <sup>2</sup>	= alla sezione conduttore di fase	2,5 mm <sup>2</sup> se protetto meccanicamente; 4 mm <sup>2</sup> se non protetto meccanicamente;
> di 16 mm <sup>2</sup> e <= di 35 mm <sup>2</sup>	= a 16 mm <sup>2</sup>	= a 16 mm <sup>2</sup>
maggiore di 35 mm <sup>2</sup>	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

Un altro criterio dettato dalle norme è quello del calcolo dell'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al seguente valore:

$$S_{\text{protezione}} = \sqrt{I^2 \cdot t} / K \quad [\text{mm}^2]$$

dove:

$S_{\text{protezione}}$  = sezione del conduttore di protezione in mm<sup>2</sup>;

$I$  = valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore per un guasto di impedenza trascurabile;

$t$  = tempo di intervento del dispositivo di protezione in secondi;

$K$  = coefficiente dipendente dal tipo di conduttore e di isolante del cavo di protezione;

I conduttori di terra saranno conformi a quanto indicato nelle norme CEI 64-8, art. 543.1., e la loro sezione non sarà inferiore a quella del conduttore di protezione di cui alla tab.1, con i minimi indicati nella Tab. 2:

Tab. 2

	PROTETTI MECCANICAMENTE	NON PROTETTI MECCANICAMENTE

<b>PROTETTI CONTRO LA CORROSIONE</b>	In accordo con 543.1	16 mm <sup>2</sup> rame 16 mm <sup>2</sup> ferro zincato(*)
<b>NON PROTETTI CONTRO LA CORROSIONE</b>	25 mm <sup>2</sup> rame 50 mm <sup>2</sup> ferro zincato(*)	

(\*) Zincatura secondo la norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti<sup>2</sup>, saranno sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni saranno costituite da: tubazioni, canali porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc.

L'impianto previsto sarà realizzato incassato, i tubi protettivi esistenti ove possibile e in canaletta in materiale plastico.

Le giunzioni dei conduttori saranno eseguite nelle cassette e nei pozzetti di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsettiere. Dette cassette saranno costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio offrirà buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

Il tracciato dei tubi/canalette protettivi consentirà un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve saranno effettuate con raccordi o piegature che non pregiudichino la sfilabilità dei cavi, a ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, a ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione sarà interrotta con cassette di derivazione.

### Apparecchiature di comando

Le apparecchiature di comando e di utilizzazione quali gli interruttori, le prese, i pulsanti, ecc. saranno del tipo modulare da incasso ove possibile e da parete negli altri casi.

La posizione dei comandi nei vari ambienti sarà stabilita in base al verso di apertura degli infissi ed alle necessità di accensione, nel rispetto, anche, delle norme sul superamento delle barriere architettoniche;

Le prese verranno collocate ad una altezza minima di cm 30 dal pavimento, in punti idonei per il loro utilizzo, le prese nei locali bagni saranno distanziate da almeno cm 60 dai lavabi e gli

<sup>2</sup> Le installazioni volanti sono consentite solo per un utilizzo non permanente e non prolungato ed a tal fine verranno utilizzati componenti materiali e morsetti rispondenti alla norma in vigore.

interruttori a tirante saranno installati all'interno del piatto doccia ad un'altezza non inferiore ai cm 225, inoltre nei locali bagno all'interno della zona 0, 1 e 2 non verranno installati dispositivi, il riferimento è alla seguente tabella:

ZONA	0	1	2	3
IP		IPX4(X5)	IPX4(X5)	IPX4(X5)
CONDUTTURE A VISTA	VIETATE	LIMITATE	LIMITATE	
CASSETTE DERIVAZIONE DI	VIETATE	VIETATE	VIETATE	
DISPOSITIVI -PROTEZIONE -SEZIONAMENTO -comando	VIETATI	INTERRUTTORE  SELV 12 V	INTERRUTTORE SELV 12 V  PRESE PER RASOI;  TRASFORMATORI DI ISOLAMENTO	PRESE SPINA  -SEPARAZIONE ELETTRICA SINGOLA -SELV  -DIFFERENZIALE 30 mA
SORGENTE SELV	VIETATA	VIETATA	VIETATA	
TIRANTI	VIETATI	CEI – 23/9	CEI – 23/9	CEI – 23/9
COMPONENTI ELETTRICI	VIETATI	- SCALDACQUA  -SELV  - IDROMASSAGGIO (1)	-SCALDACQUA -SELV  -CLASSE I (2)  -CLASSE II (3)	
ELEMENTI RISCALDANTI	VIETATI	AMMESSI (4)	AMMESSI (4)	AMMESSI (4)

dispositivi in locali bagno

### 1) AMBIENTI CHE CONTENGONO VASCHE DA BAGNO O PIATTO DOCCIA:

Le zone circostanti alla vasca o al piatto doccia si suddividono in:

#### - zona 0

volumi interni alla vasca da bagno o al piatto doccia;

**- zona 1**

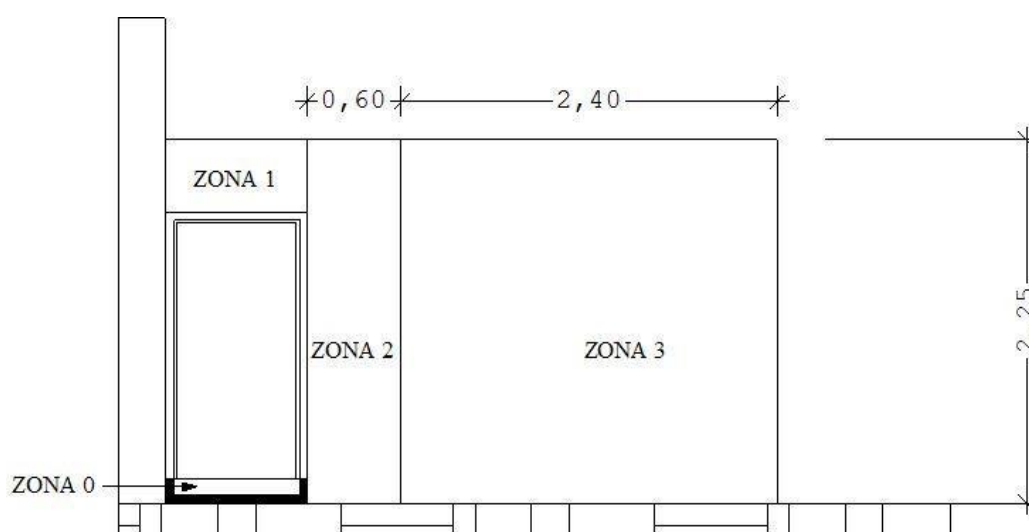
è la zona delimitata dalla superficie verticale circoscritta alla vasca o al piatto doccia per una altezza di 2,25 m;

**- zona 2**

è la zona compresa fra la zona 1 e una superficie verticale parallela alla superficie di delimitazione della zona 1, distante 0,6 m, per un'altezza di 2,25 m;

**- zona 3**

è la zona compresa fra la zona 2 e una superficie verticale parallela alla superficie di delimitazione esterna della zona 2, distanza 2,4 m per un'altezza di 2,25 m.



**FONTI NORMATIVE**

CEI norma 64-8/7 (*Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V ca e a 1500 V cc - Ambienti ed applicazioni particolari*)

**Quadri elettrici**

Si identifica come quadro elettrico generale (QEG) ai sensi della norma CEI 64-8 sezione 710 art. 710.2.9, il quadro che sarà installato subito a valle del contatore di energia dell'Ente distributore, tale quadro, da dove è misurato l'abbassamento di tensione, è custodito in apposito alloggiamento con grado di protezione appropriato ed adatto al luogo di installazione, da tale quadro, agendo direttamente sull'interruttore generale è possibile mettere fuori servizio (assenza di alimentazione) l'intera attività, la linea elettrica che dal quadro elettrico generale si dirige all'interno dei locali è debitamente dimensionata e protetta.

Il quadro è dotato di tutte le protezioni necessarie ai fini della sicurezza elettrica così come

imposto dalle normative vigenti ed in particolare di interruttori magneto-termici e magneto-termici differenziali ad alta sensibilità a protezione delle singole linee da sovraccarichi, cortocircuiti e dispersioni verso terra. Dal quadro denominato QEG si possono comandare singolarmente tutte le linee di controllo delle relative utenze: illuminazione, forza motrice, utenze varie e tutte le linee ai quadri derivati di piano per il controllo dei relativi carichi elettrici.

Il quadro elettrico generale è alimentato direttamente dal contatore di bassa tensione, la montante è opportunamente dimensionata e realizzata in canale a doppio isolamento.

Per la posizione di dislocazione dei quadri elettrici fare riferimento alla tavola che riporta la planimetria elettrica. Ai fini della sicurezza devono scegliersi materiali e carpenterie adeguate alla tipologia ed alla zona di installazione, privilegiando, ove possibile, carpenteria a doppio isolamento ed in materiale resinoso, inoltre particolare attenzione deve essere posta alla segnaletica a bordo quadro, sia nel cablaggio interno per quanto riguarda le targhette identificative delle linee elettriche, sia la nomenclatura esterna su ogni interruttore al fine di dare agli operatori del locale un utilizzo immediato dell'impianto senza alcuna possibilità di errori.

### **Linee e canalizzazioni principali**

Tutte le linee saranno eseguite con cavi unipolari o multipolari isolati con materiale termoplastico, posati entro tubazioni/canline/canale metallico IP4X idonea per posa a parete e/o soffitto, per posa a vista o entro cartongesso o posa sottotraccia a pavimento. Tutti i conduttori dovranno essere di rame elettrolitico puro secondo le norme C.E.I. - U.N.E.L. Il diametro dei tubi o la dimensione delle canaline dovrà essere tale da garantire la possibilità di sfilare i conduttori. Il percorso delle tubazioni dovrà essere perfettamente verticale nei tratti ascendenti e discendenti, orizzontali nei tratti in piano. Resta rigorosamente vietato ogni attraversamento diagonale sia nei soffitti che nelle pareti. Le curve dovranno essere sufficientemente ampie senza gomiti, strozzature e simili. Le giunzioni delle tubazioni saranno realizzate mediante manicotti fissati con apposito mastice o nastro in modo che i due tratti di tubo combacino perfettamente.

Le cassette di derivazione in materiale plastico di tipo da incasso/parete con coperchio antiurto di dimensioni adeguate con grado minimo di protezione IP 40 e cassette di derivazione da esterno con grado minimo di protezione IP 44.

Le linee di alimentazione sono costituite da conduttori non propagante l'incendio tipo H07Z1-K

– 450/750 kV (Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5, isolamento in HEPR di qualità G17, adatti per l'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con

l'obbiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, conformi al Regolamento CPR. Sono particolarmente indicati in luoghi con rischio d'incendio e con elevata presenza di persone come uffici, centri elaborazione dati, scuole, alberghi, supermercati, metropolitane, ospedali, cinema, teatri, discoteche, sono utilizzabili per posa fissa, entro tubazioni, canali portacavi, cablaggi interni di quadri elettrici, all'interno di apparecchiature di interruzione e comando per tensioni fino a 1000V in corrente alternata e 750V verso terra in corrente continua), di tipo FG16OM16, FG16M16 – 0,6/1 kV 0,45/7kV (Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5, isolamento in HEPR di qualità G16, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina termoplastica LSZH, qualità M16, adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati, per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Nei luoghi nei quali, in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e nelle quali si vogliono evitare danni alle strutture, alle apparecchiature e ai beni presenti o esposti; adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.) tutti i cavi saranno a Norme CEI 20-22.

Tutte le giunzioni o derivazioni devono essere racchiuse in custodie con il grado di protezione richiesto, i cablaggi eseguiti alla regola dell'arte con protezione meccanica almeno pari a quella garantita dal cavo in utilizzo.

I cavi nei tubi dovranno essere sempre interi senza giunzioni e saldature; tutte le connessioni e derivazioni dovranno essere realizzate in apposite cassette di derivazione/connessioni eseguite con morsetti in materiale isolante munite di coperchio fissato con viti. Le condutture non devono sconfinare nelle altre unità abitative. Tutte le connessioni e derivazioni eseguite all'esterno dovranno essere realizzate in apposite cassette di derivazione/connessioni con il grado di protezione appropriato, eseguite con morsetti in materiale isolante e con giunzioni in colata di resina al fine di dotare l'isolante del giusto grado di protezione almeno pari al cavo che si adopera, ed infine munite di coperchio fissato con viti od a pressione e rimovibile soltanto mediante l'ausilio di accessorio.

Gli impianti dovranno avere le seguenti canalizzazioni separate:

- circuiti punti luce e prese luce;
- circuiti prese 10/16A 230V;



- circuiti di alimentazione di grossi carichi, ove presenti;
- circuiti montanti di alimentazione e/o di quadri di zona;
- circuiti bassissima tensione, ove presenti;
- circuiti per trasmissione di segnale.

Tutti i conduttori dovranno essere di colorazione adeguata in modo da distinguere le fasi e il neutro. La scelta del colore dovrà essere fatta tenendo conto di quanto prescritto dalle norme UNEL precedentemente riportati, ovvero marrone grigio nero per le fasi (L1-L2-L3), blu chiaro per il neutro (N), giallo/verde per la terra (T) e conduttori di protezione (PE), come descritto nella stessa in precedenza.

### **Impianto di illuminazione**

La distribuzione dell'impianto di illuminazione dei locali sarà realizzato in esecuzione da incasso e da esterno entro tubazione/canalina incassata, entro tubazione di tipo rigida e comunque adeguata all'ambiente di dislocazione, ove possibile si riutilizzeranno le canalizzazioni esistenti, la linea illuminazione sarà derivata dalla cassetta di derivazione esistente nel locale. Si è scelto per i nuovi corpi illuminati, di installare plafone a led incassate in cartongesso, tale scelta è finalizzata soprattutto ad un comfort illuminotecnico e mediante l'impiego di tecnologia LED ad un risparmio energetico e di manutenzione in esercizio.

I conduttori saranno di tipo non propagante l'incendio tipo H07Z1-K – 450/750 kV di sezione minima 1,5 mm<sup>2</sup> e/o di tipo FG16OM16 – 0,6/1 kV posati sulle catenarie, nelle canalette o nelle tubazioni esistenti.

I corpi illuminanti saranno idonei al luogo di installazione.

Per le aule scolastiche si richiede un illuminamento medio di 300 lux (UNI EN 12464-1), mentre per le aule ad uso serale si richiede un illuminamento medio di 400 lux (UNI EN 12464-1). Nelle aule si è scelto di installare corpi illuminanti con basso fattore di abbagliamento e luce uniforme per agevolare le fasi di lettura/scrittura e non focalizzare fasci luminosi ma rendere la luce quanto più uniforme possibile.

Il grado di illuminamento dei locali non sarà inferiore ai livelli indicati dalla norma UNI EN 12464-1. Ogni locale disporrà di lampade autonome di illuminazione dotate di circuito di sicurezza, tali lampade consentiranno un grado di illuminazione non inferiore a 5 lux nelle zone destinate alle vie di esodo, avranno un circuito indipendente dagli altri ed un'autonomia non inferiore ad 1 ora e saranno in grado di effettuare la ricarica in un tempo non superiore alle 12 ore.

### **Impianto di forza motrice**

L'impianto di forza motrice è costituito dalla alimentazione delle prese a servizio dell'intero locale, sarà adeguato e dimensionato al tipo di utilizzo.

I carichi di una certa entità sono alimentati con linee indipendenti da tutte le altre e rispettivamente in ognuno dei suddetti locali le prese sono controllate e protette dai rispettivi quadri elettrici.

Tutti gli utilizzatori (prese, interruttori, pulsanti, ecc.) saranno del tipo da incasso/parete con fissaggio dei frutti a vite che prendono posto nella zona di ogni scrivania di lavoro. I frutti, le scatole di contenimento e le placche dovranno consentire combinazioni di utilizzatori. Le prese di corrente saranno tutte provviste di polo di terra e avranno una portata di 10/16 A, del tipo ad alveoli protetti. Nei circuiti bipolari neutro-fase gli interruttori di comando possono essere unipolari e devono essere inseriti sempre sulla fase. Le postazioni di lavoro prenderanno posto sulle murature perimetrali e saranno installate in corrispondenza delle scrivanie, le planimetrie identificano tali zone ma resta inteso che in caso di nuovo assetto di arredi e/o cambio di posizioni delle scrivanie in fase esecutiva sarà compito della Direzione Lavori effettuare alcuni spostamenti del caso.

### **Impianto di terra ed equipotenzialità**

Il locale sarà dotato di un sistema per la messa a terra generale degli impianti e delle strutture. Le funzioni dell'impianto di terra sono:

- Messa a terra di protezione di tutte le masse metalliche delle apparecchiature, dei motori, ecc.
- Messa a terra dei poli delle prese installate nell'intero del locale;
- Collegamenti equipotenziali delle masse metalliche del locale quali tubazioni metalliche di adduzione dei fluidi, acqua, gas, ecc.

Il sistema generale di terra è costituito da diversi dispersori direttamente interrati e da treccia in rame nuda da cui si diparte il conduttore di terra.

Le verifiche prima della messa in esercizio dell'impianto dovranno certificare che la resistenza

di terra sia entro i parametri richiesti dalla normativa. Per far ciò si effettuerà una misura volt- amperometrica o di loop-tester a seconda delle indicazioni della Direzione Lavori, sia in corso d'opera ed a fine lavori per certificare il permanere delle condizioni di efficienza dell'impianto disperdente. Il sistema generale di terra dei locali in progetto è costituito da una corda di rame nuda da  $35 \text{ mm}^2$  direttamente interrata sul perimetro del fabbricato e con l'ausilio di dispersori in acciaio zincato a caldo del tipo a croce di sezione 5,5, cm e lunghezza 2 metri.

L'impianto di terra è ad esclusivo servizio dei locali in progetto.

Tale impianto sarà coordinato con l'interruttore generale posto a protezione dell'impianto elettrico, nel rispetto della condizione che la resistenza di terra  $R_t$  (espressa in  $\Omega$ ) sia non maggiore del rapporto tra 50 V e la corrente differenziale nominale d'intervento ( $I_{dn}$ ) dello stesso interruttore generale posto a valle del contatore di energia. Deve quindi essere rispettata la condizione  $R_t \leq 50 / I_{dn}$ .

Tutte le masse e le masse estranee sono rese equipotenziali mediante un collegamento elettrico tra le masse e/o le masse estranee accessibili in un locale, tale condizione è realizzata mediante l'ausilio di nodi supplementari equipotenziali o collegamenti equipotenziali.

Al nodo equipotenziale generale verranno collegati:

le masse estranee che si trovano a un'altezza inferiore a 2,50 m;

i conduttori di protezione collegati alle masse che si trovano a un'altezza inferiore a 2,5 m; i conduttori di protezione collegati agli alveoli di terra delle prese a spina;

le masse estranee che si trovano entro la zona paziente; i morsetti di equipotenzialità degli apparecchi elettrici; schermi, se installati, contro le interferenze elettriche;

eventuali griglie conduttrici nel pavimento (il collegamento può essere evitato nel caso in cui, a causa dello stesso, si formi una spira verso terra);

l'eventuale schermo metallico dei trasformatori nel caso di esistenza di quest'ultimi.

Per i locali in oggetto si definisce massa estranea una parte conduttrice, non facente parte dell'impianto elettrico, in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra se misura verso terra  $\leq 1000 \Omega$ .

Si ricorda inoltre che una parte conduttrice che può andare in tensione solo perché in contatto con una massa non è da considerare una massa. [CEI 64-8/2 cfr 23.2].

Bisogna effettuare le misure di isolamento per le parti conduttrici non facenti parte dell'impianto elettrico al fine di stabilire se si tratta di massa estranea.

### Materiali di installazione

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati dovranno essere adatti all'ambiente in cui sono installati e dovranno avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovuti

all'umidità alla quale possono essere esposti durante il normale esercizio dell'impianto.

Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle relative norme CEI e dotati del marchio IMQ o in alternativa provvisto di un marchio od un attestato rilasciato dagli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della CEE o con dichiarazione del fabbricante stesso.

### Sistemi di protezione adottate

#### Protezione contro i contatti diretti

Le persone devono essere protette contro i pericoli che possono derivare dal contatto con parti attive dell'impianto.

Questa protezione può essere ottenuta mediante uno dei seguenti metodi:

- impedire che la corrente passi attraverso il corpo;
- limitando la corrente che può attraversare il corpo ad un valore inferiore a quello patofisiologicamente pericoloso.

Come misura di protezione dai contatti diretti sono previste sia quelle passive che attive così come stabilito dalle norme sopracitate ed attualmente in vigore.

Le parti attive sono completamente ricoperte con isolamento che ne impedisce il contatto, può essere rimosso solo mediante distruzione ed è in grado di resistere agli sforzi meccanici, termici ed elettrici cui può essere soggetto nell'esercizio.

Le parti attive sono comunque racchiuse entro involucri o dietro barriere che assicurano un grado di protezione minimo di IP 2X o IP 4X per quelle superfici di involucri o barriere orizzontali a portata di mano.

Sono inoltre stati previsti, come protezione addizionale contro i contatti diretti l'impiego di interruttori differenziali con corrente differenziale di intervento coordinata con la resistenza di terra dell'impianto di messa a terra (impianto disperdente).

## **Protezione contro i contatti indiretti**

Le persone devono essere protette contro i pericoli che possono derivare dal contatto con masse in caso di guasto che provochi la mancanza dell'isolamento.

Questa protezione può essere ottenuta mediante uno dei seguenti metodi:

- impedendo che la corrente passi attraverso il corpo;
- limitando la corrente che può attraversare il corpo ad un valore patofisiologicamente pericoloso;
- interrompendo il circuito in un tempo determinato al verificarsi di un guasto suscettibile di provocare attraverso il corpo, una corrente almeno uguale a quella pericolosa per il corpo umano.

La protezione è attuata con il collegamento di tutte le parti metalliche al conduttore di protezione (PE) e con l'impiego di idonei interruttori differenziali coordinati con l'impianto di terra, posti a monte delle parti da proteggere.

Il dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito o al componente elettrico in modo che in caso di guasto tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione non possa persistere, per una durata sufficiente a causare un rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, una tensione di contatto presunta pari a 50V (CEI 64-8/4).

Le protezioni dovranno essere coordinate in modo tale da soddisfare la condizione prescritta dalle norme CEI.

## **Protezione contro gli effetti termici**

L'impianto elettrico deve essere realizzato in modo che non ci sia, in servizio ordinario, pericolo di innesco dei materiali infiammabili a causa di temperature elevate o di archi elettrici. Inoltre non deve esserci rischio che le persone possano venire ustionate.

## **Protezione contro le sovracorrenti**

Le persone ed i beni devono essere protetti contro le conseguenze dannose di temperature troppo elevate o di sollecitazioni meccaniche dovute a sovracorrenti che si possono produrre nei conduttori attivi.

Questa protezione può essere ottenuta mediante uno dei seguenti metodi:  
interruzione automatica della sovracorrente prima che essa permanga per una durata

pericolosa;

limitazione della sovracorrente massima ad un valore non pericoloso tenuto conto della sua durata.

### **Protezione contro le correnti di guasto**

I conduttori diversi dai conduttori attivi e qualsiasi altra parte destinata a portare correnti di guasto devono essere in grado di portare questi correnti senza raggiungere temperature troppo elevate.

### **Protezione contro le sovracorrenti**

Le persone ed i beni devono essere protetti contro le conseguenze dannose di un guasto tra le parti attive di circuiti alimentati con tensioni di valore differente.

Le persone ed i beni devono essere protetti contro le conseguenze dannose di sovratensioni che si possono produrre per altre cause (come, per esempio, fenomeni atmosferici e sovratensioni di manovra). In allegato alla seguente relazione vi è la valutazione del rischio connesso alle sovracorrenti di origine atmosferica.

### **Protezione contro le correnti di cortocircuito**

Sono previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni.

Gli interruttori automatici scelti per la protezione contro il sovraccarico garantiscono anche la protezione contro il corto-circuito, purché abbiano idoneo potere di corto-circuito (corrisponde al valore efficace della corrente presunta che l'interruttore è in grado di stabilire, portare e interrompere a condizioni specificate).

Le correnti di cortocircuito presunte sono state determinate con riferimento ad ogni punto significativo dell'impianto, la determinazione è stata eseguita mediante l'ausilio di programmi di calcoli elettrici.

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti deve rispondere alle seguenti condizioni:

- il potere di interruzione del dispositivo non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione dello stesso, questa condizione può essere adottata se a monte è installato un dispositivo avente il giusto potere di

interruzione, verificando opportune condizioni;

- tutte le correnti provocate da un cortocircuito, che si presenti in un punto qualsiasi del circuito, devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porti i conduttori elettrici alla temperatura limite ammissibile.

## Metodologia di calcolo

### Calcolo delle correnti di impiego

Il calcolo delle correnti impiegate su ciascuna linea di alimentazione è eseguito mediante l'ausilio della formula seguente:

$$I_b = P_a / (K_s \cdot V_n \cdot \cos\phi) \quad [A]$$

dove:

$I_b$  = Corrente di impiego del circuito, in Ampère;

$P_a = P_n \cdot \Psi$  = Potenza assorbita dal carico, in Watt; dove  $P_n$  è la potenza nominale del carico e  $\Psi$  è un coefficiente pari al fattore di utilizzazione se la linea è terminale, al fattore di contemporaneità se la linea è di distribuzione;

$K_s$  = Coefficiente che vale 1 per sistema monofase e  $\sqrt{3}$  per sistema trifase;  $V_n$  = Tensione nominale di alimentazione, in Volt;

$\cos\phi$  = fattore di potenza;

La conoscenza della corrente che circola su ogni conduttore è utile al fine di dimensionare correttamente la sezione del conduttore stesso da adoperare.

### Dimensionamento dei cavi elettrici e dei dispositivi di protezione

Occorre fare delle valutazioni iniziali per stabilire con esattezza ed entro i limiti fissati dalle normative, tenendo anche conto dei fattori di sicurezza, quali sono i carichi esistenti nella struttura, quale è il normale utilizzo dell'impianto ed eventualmente prevedere la possibilità di un futuro ampliamento, secondo lo studio preliminare effettuato l'analisi dei carichi impiegati è quello riportato all'inizio della seguente relazione.

Questo studio permette di procedere con il dimensionamento corretto dei cavi di alimentazione di tutte le linee elettriche facenti parti dell'intero impianto.

Sovradimensionare la sezione delle linee è antieconomico, sia per il costo a piè d'opera del materiale, sia per l'installazione dello stesso, di contro un sottodimensionamento porta a disservizi, perdite di tensione e surriscaldamenti elettrici.

In fase di progettazione, quindi, avere un chiaro dettaglio dei carichi impiegati è essenziale ai fini del corretto dimensionamento delle linee elettriche, dei dispositivi automatici di protezione delle linee stesse e dell'intero impianto.

Per quanto riguarda i cavi, dimensioni di sezioni maggiori, garantiscono una portata maggiore e nel contempo una caduta di tensione, lungo la linea, inferiore.

L'art. 431-1 delle norme CEI 64-8 impone che i conduttori attivi debbano essere protetti da uno o più dispositivi di protezione che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si produce un sovraccarico o un cortocircuito. Gli interruttori automatici magnetotermici garantiscono la protezione sia per i sovraccarichi, sia per i cortocircuiti a patto che il dispositivo venga scelto in modo opportuno e precisamente coordinato con il cavo e con le correnti assorbite dagli utilizzatori ovvero che percorrono il cavo.

Il cavo deve avere una portata maggiore o uguale alla corrente di impiego del circuito, è buona norma di progettazione, comunque, mantenere la portata del cavo leggermente superiore alla corrente di impiego del circuito, inoltre, il dispositivo di protezione deve essere adatto a portare con continuità la corrente di impiego del circuito e nel contempo non deve consentire il permanere di correnti superiori alla portata del cavo, si giunge alla conclusione che per dimensionare correttamente un dispositivo di protezione devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_z \quad (2)$$

dove:

$I_b$  = Corrente di impiego del circuito in Ampère;

$I_n$  = Corrente nominale del dispositivo di protezione in Ampère;  $I_z$  = Portata, in regime permanente, della conduttura in Ampère;

$I_F$  = Corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite in Ampère, ( corrente convenzionale di funzionamento).

Al fine di verificare la condizione (1) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte e della corrente assorbita dai carichi a valle.



I dispositivi di protezione sono stati scelti rispettando questa condizione e con un potere di interruzione superiore a alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione; quindi, risulta garantita una protezione da sovraccarico e da cortocircuito.

Per quanto riguarda la condizione (2), essa è sempre verificata nel caso di interruttori automatici in quanto la norma CEI 23-3, a cui i produttori di interruttori automatici devono rispondere, prevede un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento e corrente nominale non superiore a 1,45 e quindi nel caso specifico non occorre verificarla.

Il dimensionamento dei cavi è stato eseguito anche nel rispetto delle condizioni seguenti:

- condutture senza protezione, derivate da una condotta principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- condotta che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata  $I_z$  della condotta principale.

Calcolata la corrente di impiego per ogni linea, si individua, mediante le tabelle di posa, la sezione che soddisfa i requisiti richiesti, le tabelle adoperate sono le seguenti:

- IEC 448;
- IEC 365-5-523;
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;

esse individuano a seconda del tipo di isolamento, del tipo di posa, della temperatura, del numero di conduttori attivi, la portata del cavo elettrico. Inoltre, viene applicato un ulteriore coefficiente di declassamento che tiene conto dei seguenti fattori:

- materiale conduttore del cavo;
- resistività termica del terreno di posa e profondità di posa (per cavi interrati);
- numero di conduttori attivi installati in vicinanza tra loro;
- eventuale declassamento fittizio a scopo cautelativo o per particolari casi

installativi; Per il dimensionamento del conduttore di neutro deve aversi CEI 64-8: per circuiti monofase la sezione del conduttore di neutro deve essere uguale a quella del conduttore di fase calcolato, ovvero:

SEZIONE DI NEUTRO = SEZIONE DI FASE;

per circuiti polifase la sezione del conduttore di neutro può avere sezione inferiore a quella del conduttore di fase calcolato, solo se sono rispettate le condizioni seguenti:

- il conduttore di fase ha una sezione maggiore di 16 mm<sup>2</sup>;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non può superare la portata del cavo stesso;
- la sezione del conduttore di neutro sia non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> per conduttore in rame e 25 mm<sup>2</sup>

per conduttore in alluminio;

In modo tabellare la norma suggerisce il seguente procedimento:

se SEZIONE DI FASE  $\leq 16 \text{ mm}^2$  allora SEZIONE DI NEUTRO = SEZIONE DI FASE; se SEZIONE DI FASE  $\leq 35 \text{ mm}^2$  e  $> 16 \text{ mm}^2$  allora SEZIONE DI NEUTRO = 16 mm<sup>2</sup> se SEZIONE DI FASE  $> 35 \text{ mm}^2$  allora SEZIONE DI NEUTRO = SEZIONE DI FASE/2.

Il procedimento della scelta delle sezioni dei cavi è riassunto dall'elenco che segue:

calcolo della corrente che scorre sul conduttore;

- scelta del tipo di cavo posto in opera (conduttore in rame/alluminio, cavo unipolare/multipolare, isolante in PVC/EPR) a seconda della necessità e condizione;
- scelta della sezione del cavo secondo le tabelle CEI-UNEL relative al tipo di posa eseguito;
- correzione della portata del cavo mediante coefficienti K1, K2, K3, K4 che tengono conto rispettivamente:
  - K1 = fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 30°C (per posa in aria) e diverse da 20 °C (per posa interrata);
  - K2 = fattore di correzione per circuiti installati in fascio o strato (per posa in aria) e per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano (per posa interrata);
  - K3 = fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 80 cm (per pose interrate);
  - K4 = fattore di correzione per resistività termica del terreno differenti dal valore di 1,5 Km/W;

se a seguito del calcolo della portata del cavo, corretto dai coefficienti sopra riportati, è ancora verificata la condizione  $I_b \leq I_z$ , ovvero che la portata in corrente del cavo è superiore alla corrente di impiego dal circuito, allora la sezione scelta soddisfa la portata, altrimenti si deve scegliere la sezione commercialmente superiore e rieseguire la procedura di verifica;

Quindi il calcolo dalle norme prevede:

- per posa in aria:  $I_z = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2$  [A]
- per posa interrata:  $I_z = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$  [A]

dove:

$I_z$  = portata effettiva in corrente del cavo elettrico in Ampère;

$I_0$  = portata in corrente del cavo elettrico in Ampère secondo le tabelle CEI-UNEL (a 30°C per posa in aria e 20°C per posa interrata);

$K_1, K_2, K_3, K_4$  = sono i coefficienti correttivi sopra descritti e fissati dalle norme in modo tabellare;

### Calcolo della temperatura dei cavi elettrici

La temperatura dei cavi, durante il loro utilizzo, si esegue in base alla corrente di attraversamento nominale adoperando le seguenti formule imposte dalla normativa di riferimento, la verifica effettuata fa sì che la temperatura del cavo non raggiunga valori superiori alla temperatura supportata dal cavo stesso in condizioni di utilizzo alla potenza del circuito.

Le formule

$$T_{\text{cavo}}(I_b) = T_{\text{amb}} + [(k_{\text{cavo}} \cdot I_b^2) / (I_z^2)] \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$T_{\text{cavo}}(I_n) = T_{\text{amb}} + [(k_{\text{cavo}} \cdot I_n^2) / (I_z^2)] \text{ [}^\circ\text{C]}$$

dove:

$T_{\text{cavo}}(I_b)$  = Temperatura raggiunta dal cavo in funzione di

$I_b$ ;  $T_{\text{cavo}}(I_n)$  = Temperatura raggiunta dal cavo in funzione

di  $I_n$ ;  $I_b$  = Corrente di impiego in Ampère;

$I_n$  = Corrente nominale in Ampère;

$I_z$  = Portata, in regime permanente, della conduttura in

Ampère;  $T_{\text{amb}}$  = temperatura ambiente;

$k_{\text{cavo}}$  = coefficiente che tiene conto del tipo di isolamento e del tipo di posa che si utilizza;

Le formule tengono conto del fatto che la sovra-temperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza dissipata dal cavo stesso.

### Calcolo della caduta di tensione lungo una linea

Per ogni linea è calcolata la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo ogni neutro e poi viene riportata in termini percentuali rispetto alla tensione nominale di alimentazione di ogni

singolo carico. Per il calcolo si esegue la semplificazione ( a favore della sicurezza ) che la caduta di tensione lungo il cavo è come se fosse concentrata a fine linea con il carico totalmente inserito. Per il calcolo occorre riferirsi ai valori di resistenza ed impedenza di linea che sono ricavate dalle tabelle UNEL35023-70 alla temperatura di 80 °C per cavi sia unipolari che multipolari con isolamento in polivinilcloruro (PVC) o in mescola elastomerica (EPR). La formula di calcolo per un generico conduttore è la seguente:

$$DV_f = I_b * L * [R * \cos \phi_i + X * \sin \phi_i] + [(L^2 * (R^2 + X^2)) / (2 * V_f)] \quad [V]$$

dove:

$DV_f$  = caduta di tensione nel conduttore in

Volt;  $I_b$  = corrente di impiego nella linea in

Ampère;  $L$  = lunghezza della linea in metri;

$R$  = resistenza specifica del conduttore in

$\Omega$ /metro;  $X$  = reattanza specifica del conduttore

in  $\Omega$ /metro;

$\phi_i$  = angolo di sfasamento tra tensione di fase  $V_f$  e corrente di impiego nella linea  $I_b$ ;  $V_f$  = tensione di fase in Volt;

Nei sistemi monofase la caduta di tensione totale si ottiene sommando la caduta di tensione della fase con quella del neutro e poiché le sezioni dei conduttori di fase e neutro devono essere uguali allora basta raddoppiare il valore ottenuto per un singolo cavo.

Nei sistemi trifase equilibrati il valore della caduta di tensione, rispetto alla tensione concatenata, è dato dalla seguente:

$$DV_{trifase} = \text{rad}q(3) * DV_f \quad [V]$$

I calcoli sono eseguiti per una frequenza di lavoro pari a 50 Hz

A seguire sono riportate le tabelle UNEL 35023-70 (riferite alla temperatura di 80 °C) per i valori della resistenza e dell'impedenza dei cavi elettrici.

Sezione nominale del cavo	Resistenza a 80 ° C [R]	Reattanza [X]
mm <sup>2</sup>	$\Omega$ /Km	$\Omega$ /Km
1	22,1	0,176
1,5	14,8	0,168
2,5	8,91	0,155
4	5,57	0,143
6	3,71	0,135
10	2,24	0,119
16	1,41	0,112

25	0,889	0,106
35	0,641	0,111
50	0,473	0,101
70	0,328	0,0965
95	0,236	0,0975
120	0,188	0,0939
150	0,153	0,0928
185	0,123	0,0908
240	0,0943	0,0902
300	0,0761	0,0895

TABELLA UNEL 35023-70 (CAVI UNIPOLARI – VALORI A 80°C)

Sezione nominale del cavo	Resistenza a 80 ° C [R]	Reattanza [X]
mm <sup>2</sup>	Ω/Km	Ω/Km
1	22,5	0,125
1,5	15,1	0,118
2,5	9,08	0,109
4	5,63	0,101
6	3,73	0,0955
10	2,27	0,0861
16	1,43	0,0817
25	0,907	0,0813
35	0,654	0,0783
50	0,483	0,0779
70	0,334	0,0751
95	0,241	0,0762
120	0,191	0,0740
150	0,157	0,0745
185	0,125	0,0742
240	0,0966	0,0752
300	0,0780	0,0750

TABELLA UNEL 35023-70 (CAVI MULTIPOLARI – VALORI A 80°C)

### **Impianto di rivelazione fumo**

I punti manuali di segnalazione consentiranno la trasmettere dell'allarme alla centrale di controllo in modo manuale. I segnalatori ottico/acustici di allarme diffonderanno sia acusticamente sia visivamente il segnale di allarme ricevuto dalla

centrale di segnalazione. Gli ambienti saranno dotati di segnalatori acustici-luminosi di allarme posizionati nei punti indicati negli elaborati di progetto.

Il sistema di rivelazione incendio e allarme incendio è alimentato da apposita sorgente, distinta da quella ordinaria e con autonomia di durata non inferiore ai 30 minuti.

I punti manuali di segnalazione consentiranno la trasmissione dell'allarme alla centrale di controllo in modo manuale.

La centrale di controllo e di segnalazione consentirà di avere il controllo globale sul funzionamento dell'impianto, riceve il segnale di allarme ed aziona i segnalatori acustici di allarme.

I segnalatori ottico/acustici di allarme diffonderanno sia acusticamente sia visivamente il segnale di allarme ricevuto dalla centrale di segnalazione.

Gli ambienti saranno dotati di punti manuali di segnalazione di allarme posizionati nei punti indicati negli elaborati di progetto. Saranno costituiti da pulsanti di allarme con elettronica e circuito ad auto indirizzamento. Tali pulsanti avranno dispositivo di isolamento dai cortocircuiti sulla linea di rivelazione; sarà possibile attivarli mediante azione su lastra in vetro con punto di rottura e azionamento pulsante e saranno dotati di diodo led rosso per l'indicazione locale dello stato di attivazione.

La centrale ovvero la ripetizione degli allarmi sarà ubicata in posizione facilmente accessibile ed in un ambiente costantemente presidiato durante le ore di apertura della struttura e dotato di illuminazione di emergenza che assicurano la luminosità e la durata richiesta dalla Norma.

La centrale sarà in grado di controllare tutti i segnali provenienti dai rivelatori, pulsanti, e moduli vari in conformità a quanto dettato dalla norma EN54 e sarà comunque possibile espanderla

in futuro.

Tutti gli ambienti saranno dotati di segnalatori acustici-luminosi di allarme posizionati nei punti indicati negli elaborati di progetto.

I segnalatori saranno costituiti da un pannello di segnalazione ottico e acustico con scritta "ALLARME INCENDIO";

Il corretto funzionamento dell'intero sistema di rivelazione sarà assicurato da una linea elettrica preferenziale, derivata da rete di distribuzione pubblica dotata di propri organi di sezionamento, di manovra e di protezione, da un gruppo batterie, che ottempererà alle interruzioni dell'energia elettrica.

Punti di segnalazione manuale

Il sistema di rivelazione d'incendio è manuale costituito da punti di segnalazione manuale disposti in ciascuna zona tale che almeno uno possa essere raggiunto da ogni parte della zona stessa con un percorso non maggiore di 40 m ed in ogni caso i punti di segnalazione manuale devono essere almeno due, inoltre alcuni dei punti di segnalazione manuale previsti sono installati lungo le vie di esodo. Sono installati in posizione chiaramente visibile e facilmente accessibile, ad un'altezza compresa tra 1,0 m e 1,4 m, sono protetti contro l'azionamento accidentale, i danni meccanici e la corrosione ed in caso di azionamento, è possibile individuare sul posto il punto di segnalazione manuale azionato, inoltre in caso di guasti e/o l'esclusione dei rivelatori automatici non metteranno fuori servizio quelli di

segnalazione manuale, e viceversa.

#### Centrale di controllo e segnalazione

L'ubicazione della centrale di controllo e segnalazione del sistema è stata scelta scelta in modo da garantire la massima sicurezza di funzionamento del sistema stesso.

La centrale è ubicata in luogo permanentemente e facilmente accessibile, protetto, per quanto possibile, dal pericolo di incendio diretto, da danneggiamenti meccanici e manomissioni, esente da atmosfera corrosiva, tale inoltre da consentire il continuo controllo in loco della centrale da parte del personale di sorveglianza oppure il controllo a distanza.

In ogni caso il locale deve essere:

- situato possibilmente in vicinanza dell'ingresso principale del complesso sorvegliato;
- dotato di illuminazione di emergenza ad intervento immediato ed automatico in caso di assenza di energia elettrica di rete.

I cavi utilizzati sono del tipo usato per gli impianti elettrici, ma opportunamente schermati, se connessi ad apparati sensibili ai disturbi elettromagnetici, la sezione minima dei conduttori di alimentazione dei componenti (rivelatori, punti manuali, ecc.) è di 0,5 mm<sup>2</sup> e le interconnessioni sono eseguite:

a) con cavi in tubo sotto strato di malta o sotto pavimento (valgono le prescrizioni della CEI 64- 8 per quanto riguarda il tracciato di posa dei tubi, la sfilatura dei cavi, l'esecuzione di giunzioni e derivazioni in apposite scatole); oppure:

b) con cavi posati in tubi a vista (valgono le stesse prescrizioni di a); oppure:

c) con cavi a vista ed in tal caso i cavi devono essere con guaina e la posa garantirà i cavi contro i danneggiamenti accidentali.

Le giunzioni e le derivazioni sono eseguite in apposite scatole.

I cavi, se posati insieme ad altri conduttori non facenti parte del sistema sono riconoscibili almeno in corrispondenza dei punti ispezionabili.

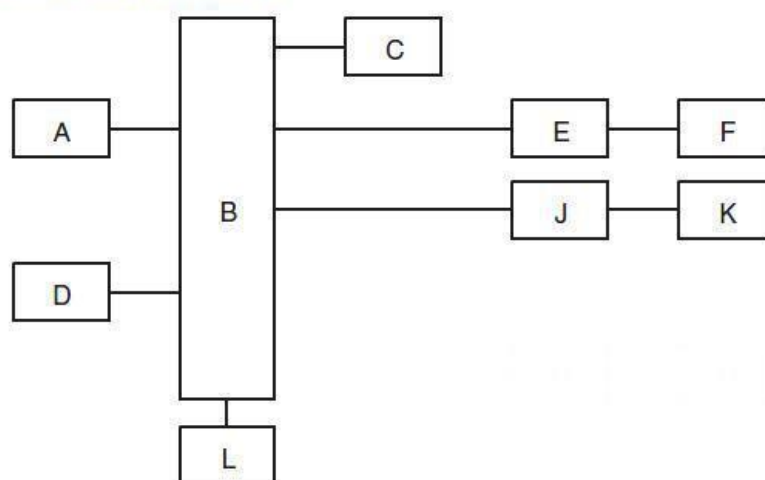
Segue lo schema che illustra la tipologia di impianto adottato.



**Esempio che illustra i componenti di un sistema di rivelazione e allarme incendio**

Legenda

- A Rivelatore/i d'incendio
- B Centrale di controllo e segnalazione
- C Dispositivo/i di allarme incendio
- D Punto/i di segnalazione manuale
- E Dispositivo di trasmissione dell'allarme incendio
- F Stazione di ricevimento dell'allarme incendio
- J Dispositivo di trasmissione dei segnali di guasto
- K Stazione di ricevimento dei segnali di guasto
- L Apparecchiatura di alimentazione



Nota Le linee che collegano i diversi componenti indicano i flussi di informazione e non le interconnessioni fisiche.

**Impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica**

Con la realizzazione dell'impianto, di cui in oggetto, si intende conseguire un significativo risparmio energetico esclusivamente per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico (FV), la cui potenza è 6.3 kW, ci si propone di realizzare esclusivamente a servizio della struttura.

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed

in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VV.F.;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

## **Descrizione dell'impianto**

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile. Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud e evitando fenomeni di ombreggiamento.

L'impianto prevede una potenza totale pari a 6.3 kW, tale potenza sarà ricavata mediante l'ausilio di n° 14 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da 450 W cadauno.

Tutti i moduli saranno orientati verso sud – sud est con un'inclinazione rispetto al piano orizzontale identica e verranno posizionati su supporti in CLS vibrocompresso poggiati sulla copertura dell'edificio. La superficie stimata, necessaria per la collocazione dei moduli fotovoltaici è di circa 30 m<sup>2</sup>.

Lo schema elettrico generale dell'impianto in oggetto è riassunto nel seguente modo: il generatore fotovoltaico è composto da 2 stringhe da 7 moduli fotovoltaici per un totale, come detto sopra, di 14 moduli FV. Le stringhe saranno convogliate al quadro di campo ove si realizzeranno i collegamenti in parallelo e le protezioni tramite sezionatori e diodi di blocco tra tutte le stringhe provenienti dai moduli fotovoltaici.

All'uscita del quadro di campo disporremo una tensione e una corrente idonee per convogliarle verso il convertitore DC - AC (inverter).

L'onda sinusoidale viene costruita mediante la tecnica PWM, così da limitare entro valori accettabili le distorsioni armoniche, la linea d'uscita dell'inverter avrà una tensione nominale pari a 400 V - AC, cioè a 50 Hz e sarà connessa al sistema mediante adeguato quadro di bassa tensione BT dimensionato ed opportunamente protetto da interruttori automatici magnetotermici e differenziali ad alta sensibilità.

Così come richiesto dalla normativa di riferimento, dalle prescrizioni del distributore di energia elettrica e per motivi di sicurezza, il collegamento in parallelo con la rete pubblica sarà provvisto

di una serie di protezioni che ne impediscano il funzionamento da isola elettrica, inoltre l'intero impianto verrà disconnesso automaticamente dalla rete pubblica nel momento in cui dovessero verificarsi delle discordanze con i valori di riferimento imposti, riguardo alla tensione e frequenza di rete. L'impianto disporrà di sistema di protezione esterno così come richiesto dalla specifica normativa di settore (CEI 0-21), fare riferimento alla specifica di progetto rappresentata dallo schema elettrico dell'impianto.

A corredo dell'impianto, per garantirne sicurezza e affidabilità saranno montati sezionatori opportunamente dimensionati, diodi e scaricatori di sovratensione.

Il generatore fotovoltaico è gestito come un sistema di tipo IT, i supporti e le staffe dei collegamenti saranno invece connesse a terra mediante la realizzazione di un idoneo impianto generale di messa a terra.

L'impianto prevede, come richiesto dalla norma, un sistema di protezione di interfaccia interno al convertitore e conforme alla CEI 0-21, non è richiesto il ricalzo alla mancata apertura del DI.

### **Caratteristiche dei componenti**

I moduli fotovoltaici scelti per la realizzazione dell'opera, in silicio monocristallino, struttura in alluminio anodizzato resistente alla torsione, telaio in vetro con carichi resistenti fino a 5,4 kN/m<sup>2</sup>. Scatola di connessione piatta IP 65, con 3 diodi di by-pass, completa di cavo e connettori multicontact. Numero di celle per modulo: 72. Certificazione: IEC 61215. Resa della cella fotovoltaica:  $\geq 14,9\%$ . Decadimento sulla potenza di picco:  $\leq 20\%$  in 25 anni. Garanzia sul prodotto 10 anni o superiore.

Le caratteristiche elettriche tipiche dei moduli, qualificati in accordo alla normativa CEI/IEC 61215, misurate in condizioni standard STC (AM=1,5 ; E=1'000 W/m<sup>2</sup> ; T=25 °C) sono: Potenza elettrica nominale: 450 Wp a 1'200 W/m<sup>2</sup>, 25 °C. AM 1,5;

Tensione alla massima potenza: 41,3

V Corrente alla massima potenza:

10,6

A

Dimensioni indicative: 1'950 x 1000 x 35 mm

Classe di isolamento: II

Peso indicativo: 20,00 Kg

Tolleranza di potenza garantita  $\pm (2 \div 3)$

%;

Garanzia: 10 anni sul 90 % della potenza massima; 25 anni sul 80

%

della potenza massima;

### **Quadri elettrici**

È prevista l'installazione del quadro di campo ove saranno eseguiti i cablaggi in parallelo e saranno realizzate le protezioni delle linee provenienti dalle singole stringhe, tali quadri saranno del tipo stagno per esterno con grado di protezione non inferiore ad IP 65, costituiti da contenitori in poliestere rinforzati con fibra di vetro, completi di porte, pannelli, montanti, guarnizioni e tutto l'occorrente per dare un grado di resistenza meccanica soddisfacente e sufficiente al luogo ed alla posizione di installazione.

I quadri saranno dotati di tutti gli apparecchi necessari per la protezione ed il corretto funzionamento del sistema, come i diodi a catodo prigioniero, i portafusibili sezionatori, gli scaricatori di sovratensione, interruttori magnetotermici, guide a barra DIN, morsetti passanti, dissipatori, tutti i cablaggi e le apparecchiature sanno dotate di etichette segnaletiche per il facile ed immediato riconoscimento di ogni singola linea e di ogni singolo componente elettrico installato.

Tutte le apparecchiature saranno accessibili, per il controllo e l'eventuale asportazione, sostituzione o manutenzione, i collegamenti saranno realizzati con sbarre di rame elettrolitico ricotto o con cavi unipolari di sezione opportunamente dimensionata per la portata di ogni singola linea.

I diodi sono del tipo a vite, montati su una barra di rame o alluminio con la doppia funzione di collettore e di dissipatore.

I quadri saranno adatti per l'installazione all'esterno ed avranno le seguenti caratteristiche minime:

- materiale antiurto ed auto estinguente;
- inalterabilità per temperatura -10 / +50 °C;
- grado di protezione non inferiore ad IP 65.

### **Collegamenti elettrici**

I cavi sono dimensionati e concepiti in modo tale da semplificare e ridurre al minimo le operazioni di posa in opera e con particolare riguardo al contenimento delle cadute di tensione (contenute entro il 2 % del valore nominale) ed alla massima portata elettrica.

La serie tra i vari moduli è fatta utilizzando il cavo in dotazione ai moduli stessi già intestato con connettori ad innesto rapido e a tenuta stagna tipo Multicontact.

Il cavo solare sarà del tipo FG21M21 composto da fili di rame zincato della classe speciale 5 DIN

VDE 0295 / IEC60228, tensione di utilizzo  $U_o/U$  2,5/5,0 kV DC, tensione di utilizzo:  $U_o/U$  1,8/3,0 kV AC, temperatura di utilizzo:  $-40^\circ / +105^\circ$  per posa fissa, temperatura di utilizzo:  $-25^\circ / +90^\circ$  per posa mobile, temperatura di utilizzo  $250^\circ$  in caso di corto circuito, tensione di prova: 8 kV, per la sezione riferirsi agli schemi progettuali.

Tutti i cavi che saranno installati all'esterno, anche solo parzialmente ed anche in tubatura interrata e/o incassata in pareti, saranno del tipo adatto all'utilizzo ovvero FG16OM16, FG16M16 – 0,6/1 kV 0,45/7kV, conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5, isolamento in HEPR di qualità G16, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina termoplastica LSZH, qualità M16, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati, per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa, di dimensioni secondo progetto, le condutture che saranno installate totalmente all'interno dei locali saranno del tipo unipolare H07Z1-K di dimensioni secondo progetto.

I cablaggi saranno eseguiti solo entro opportune scatole di derivazione con grado di protezione non inferiore ad IP40 per l'interno ed a IP65 per l'esterno, si utilizzeranno morsetti autoserranti e si presterà particolare attenzione al serraggio degli stessi nonché ad ulteriori precauzioni di isolamento eventualmente mediante l'ausilio di resine epossidiche autoindurenti.

Sistema di conversione

La conversione della corrente continua (DC) in corrente alternata (AC) a 50 Hz per la relativa immissione in rete è ottenuta da un opportuno convertitore e trasformatore.

Nella scelta del convertitore (tipo SIEL o equivalente) ci si è basati sul prediligere l'affidabilità dello stesso, essendo normalmente proprio i convertitori gli anelli deboli di tutto il sistema, non sottovalutando le prestazioni e la sicurezza stessa della macchina.

Il sistema di conversione e controllo è interno all'inverter, ed è costituito essenzialmente dalle seguenti parti:

- filtro lato corrente continua;
- ponte a semiconduttori (IGBT);
- unità di controllo;
- filtro di uscita;
- sistema di acquisizione dati;

Il gruppo di conversione DC/AC è un sistema composto principalmente dall'inverter e da un insieme di componenti (filtri, dispositivi di protezione, dispositivi di sezionamento) che rendono

l'intero sistema sicuro ed idoneo per il trasferimento della potenza prodotta dal generatore fotovoltaico alla rete pubblica.

L'inverter è a commutazione forzata dalla rete con la tecnica Pulse Width Modulation (PWM), è dotato di sistema di inseguimento della massima potenza e risulta idoneo alla normativa di riferimento CEI 11-20;

Gli ingressi in corrente continua (arrivi dal campo fotovoltaico) sono gestibili mediante sistema IT ovvero non connessi a terra;

È protetto per la disconnessione dalla rete per parametri al di fuori dei valori di soglia (tensione, frequenza), è protetto per le sovracorrenti di guasto;

Tecnica di conversione Pulse Width Modulation (PWM) e ponte IGBT ad elevato rendimento (superiore al 93%);

Provvisto di data logger per l'acquisizione dei dati e delle principali grandezze;

Funzionamento in parallelo alla rete di distribuzione elettrica con fattore di potenza  $\cos \varphi = 1$ ; La tensione d'ingresso all'inseguitore ha il seguente range:  $250 \pm 900$  VDC.

Certificato con marchio CE.

Unità di controllo interne

all'inverter L'unità di controllo è costituita da:

- Schede di pilotaggio del convertitore
- Circuiti di regolazione
- Logiche e limiti convertitore
- Alimentatore servizi interni
- Protezioni
- Circuiti ausiliari di interazione
- Controllo MPPT (maximum power point tracking) e gestione di sistema.

In particolare, il controllo dovrà assicurare il parallelo alla rete, il blocco dell'inverter per mancanza della rete ENEL, il suo riinserimento in rete a ripristino avvenuto.

Il relè interfaccia sarà interno all'inverter e sarà conforme alla Norma CEI 0-21 ed al foglio interpretazioni della Norma CEI 0-21 edizione 04-2019. In accordo alla nuova edizione della CEI 0-21 l'impiego dei relè di interfaccia SPI è obbligatorio per impianti di produzione con potenze maggiori di 11,08 kW, quindi per il caso in progetto non è richiesto.

Il Sistema di Protezione Interfaccia (SPI) associato al DDI prevede relè di frequenza, di tensione ed eventualmente di tensione omopolare.

Devono essere previste le seguenti protezioni:

massima tensione (senza ritardo intenzionale), 59.S1, 59.S2; minima tensione (ritardo tipico: 300ms), 27.S1, 27.S2;

massima frequenza (senza ritardo intenzionale), 81 > S1, 81 > S2; minima frequenza (senza ritardo intenzionale), 81 < S1, 81 < S2; massima tensione omopolare 59Vo;

Parte integrante del sistema di protezione rete è il dispositivo DG (Dispositivo Generale), un interruttore magnetotermico che separa l'intero impianto dalla rete di distribuzione. Il DG, se dotato del dispositivo di sgancio a lancio di corrente comandato dall'interfaccia BT, assolve anche alla funzione di rinalzo al DDI in caso di failure di quest'ultimo. L'interfaccia BT può funzionare in modalità locale (stand-alone) operando con parametri acquisiti solo localmente, o su telesegnalazioni operando con comandi esterni oltre ai parametri acquisiti localmente. Il modo operativo e i valori di intervento programmati in fabbrica sono quelli di default indicati dalla norma CEI 0-21, modificabili con password di accesso su richiesta del Distributore di rete.

Il tipo di allarme che ha determinato l'intervento dell'interfaccia viene acquisito nella memoria del microcontrollore e visualizzato dal display, per valutare all'occorrenza la qualità della rete a fronte di frequenti interruzioni del sistema di autoproduzione.

L'interfaccia SPI interna al convertitore CEI 0-21 deve essere aggiornata secondo la norma tecnica CEI 0-21:2019-04, pertanto è utilizzata per i seguenti impianti connessi alla rete BT trifase minori di 11,08kWp.

### **Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI)**

Valori di tensione frequenza di programmazione del Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI)

Su richiesta del Distributore possono essere settati valori diversi e altre modalità di funzionamento, ma a rigore di progetto le impostazioni standard da effettuare sono le seguenti:

- soglie di tensione ( $V_n = 231V/400V$ );
- max tensione (59.S1)  $1.10 V_n$   $T_i < 3.0$  s  $V_{max}$  calcolata con media mobile su 10 minuti;
- max tensione (59.S2)  $1.15 V_n$   $T_i = 0.2$  s
- min tensione (27.S1)  $0.85 V_n$   $T_i = 0.4$  s
- min tensione (27.S2)  $0.40 V_n$   $T_i = 0.2$  s soglia utilizzata solo per SPI interna all'inverter Soglie di frequenza con modo lavoro locale attivato
- max frequenza permissiva (81>S2) 51,5 Hz  $T_i = 0,1$  s;

- min frequenza permissiva ( $81 < S2$ ) 47,5 Hz  $T_i=0,1$  s;
- max frequenza restrittiva ( $81 > S1$ ) 50,5 Hz  $T_i=0,1$  s
- min frequenza restrittiva ( $81 < S1$ ) 49,5 Hz  $T_i=0,1$  s

Soglie di frequenza con modo lavoro su comando esterno attivato con ponticello 15-18

- max frequenza permissiva ( $81 > S2$ ) 51,5 Hz  $T_i=1,0$  s comando esterno aperto
- min frequenza permissiva ( $81 < S2$ ) 47,5 Hz  $T_i=4,0$  s comando esterno aperto
- max frequenza restrittiva ( $81 > S1$ ) 50,5 Hz  $T_i=0,1$  s comando esterno chiuso
- min frequenza restrittiva ( $81 < S1$ ) 49,5 Hz  $T_i=0,1$  s comando esterno chiuso

La norma CEI 0-21 detta le regole di verifica delle grandezze tensione, frequenza e tempi di intervento, tenendo conto delle modalità di acquisizione delle misure e della variazione graduale delle grandezze stesse, come avviene nel funzionamento reale. Questo per regolamentare l'utilizzo improprio delle cassette prova relais le quali, se non usate correttamente, generano dei report di collaudo approssimati o inesatti.

L'inverter si attiverà automaticamente quando l'irraggiamento del Sole supera una soglia predeterminata regolabile e si disattiverà quando la potenza scende al di sotto del 10 % del valore nominale. Infine, esso si disattiverà in caso di malfunzionamenti e di corto circuito. Il quadro di rete con le protezioni necessarie sarà integrato nel QE di piano secondo (vedi tavole progettuali, schemi elettrici dei quadri), sarà certificato e marchiato dal costruttore secondo le norme CEI 17- 13 e varianti, completi di porte, pannelli, montanti, guarnizioni e tutto l'occorrente per dare un grado di resistenza meccanica soddisfacente e sufficiente al luogo ed alla posizione di installazione.

### **Caratteristiche del gruppo di conversione**

Il gruppo di conversione sarà trifase della potenza di 20000 W, con range di tensione FV, MPPT ( $U_{mpp}$ ): 250 – 800V, Ripple di tensione CC ( $U_{pp}$ ): < 10%, dispositivo di separazione CC, sezionatore o dispositivo elettronico Electronic Solar Switch, Varistori controllati termicamente, monitoraggio della dispersione di terra, protezione contro l'inversione di polarità, diodo di cortocircuito, tensione nominale CA ( $U_{ca, nom}$ ): 230V/ 400V – 160V/280V, frequenza nominale CA ( $f_{ca, nom}$ ) 50Hz. Resistenza ai cortocircuiti, regolazione corrente. Collegamento alla rete: morsetto CA. Grado di rendimento: 98,1% Grado di protezione: IP65. Display integrato, cablato secondo lo schema elettrico progettuale, dotato dei dispositivi di protezione e di interruzione.

L'energia totale prodotta dall'impianto verrà rivelata tramite un contatore di energia del tipo



omologato fornito ed installato dall'Ente gestore del servizio di rete, trifase con neutro, corredato di trasformatori amperometrici (TA), di morsetti sigillati, di taratura e certificazione.

### **Impianto rete dati LAN**

L'impianto rete LAN è dislocato in tutti gli ambienti con un minimo di una postazione per ambiente, tutte le distribuzioni fanno capo ad un armadio rack 19" di dimensioni adeguate a contenere tutte le apparecchiature di rete come il modem/router, switch di rete e tutto l'occorrente, il quadro è alloggiato in apposito locale tecnico al piano primo, il quadro a piano primo è il centro stella, da esso si diparte tutta la distribuzione orizzontale di piano e la distribuzione verticale, realizzata in cavo dati ma predisposta per l'accettazione della fibra ottica. Ad ogni presa di rete sono state affiancate prese di corrente di tipo universali da 10/16 A.

Ogni punto rete è cablato con cavo UTP di classe/categoria 6, con presa RJ45, linea separata dall'impianto elettrico, con tubazione plastica di diametro non inferiore a 25 mm, tutti i punti rete sono tra loro separati ed indipendenti e si attestano singolarmente all'armadio rack.

L'armadio Rack 19" per la distribuzione e l'attestazione dei cavi dell'impianto rete dati composto dai seguenti elementi:

- barra di alimentazione a 19" con numero 8 prese dotata di spia luminosa e interruttore;
- permutatori a 24 prese RJ45 (Patch Panel) per distribuzione fonia e dati alle PL;
- switch a 24 prese RJ45 (di caratteristiche vedi in fondo alla descrizione);
- guide permutatori orizzontali;
- kit fonia e kit dati (da ricomprendere nella parte di attrezzature ed arredi);
- cavetti attestati;
- ulteriore spazio per apparecchiatura attiva (predisposizione);
- ripiani per consentire l'appoggio di apparati attivi;
- bretelle di connessione con cavo UTP cat 6 e connettori RJ45;
- strisce di connessione;
- patch cord;
- kit di messa a terra;

Il cablaggio dovrà essere realizzato con cavetto UTP categoria 6 e comunque uguale o superiore a quella dei punti telefono-dati installati, conforme alle norme EN 50173, tutto il sistema dovrà essere certificato secondo le indicazioni dettate dalla classe D della normativa ISO/IEC 11801; si richiede inoltre che tutti i componenti del cablaggio (pannelli, frutti, cavi, patch, ...) siano prodotti

da un unico costruttore, e che siano comunque certificati e garantiti anche dal costruttore stesso.

### **Tipologia della rete**

La tipologia della rete è a stella, è caratterizzata da un punto centrale chiamato centro-stella, costituito da router e switch.

Il sistema, una volta assemblato, prevede tutta una serie di controlli e settaggi per garantire e permettere il corretto funzionamento ed il futuro utilizzo della rete stessa.

Ogni punto presa di rete verrà etichettata e numerata con il relativo identificativo univoco, questo stesso lavoro verrà eseguito dal lato armadio rack.

Le prestazioni richieste dalla nuova installazione sono riassunte sostanzialmente in affidabilità, velocità e facilità di utilizzo del sistema, per far ciò si rendono necessari gli interventi di seguito riassunti:

- realizzazione dei nodi secondari e del nodo di centro-stella con l'installazione di armadi rack 19" a pavimento di dimensione adeguata, completi di tutti gli accessori;
- realizzazione delle dorsali telefoniche, per il collegamento del centro-stella di edificio con i nodi di piano;
- nuova installazione di tutti i punti rete fonia-dati (RJ45) in categoria 6, per un totale di punti rete, sufficienti a servire tutte le postazioni di lavoro esistenti più scorte varie necessarie a futuri espansioni;
- attestazione di tutti i punti rete su pannelli di permutazione da rack con le bretelle di connessione agli apparati attivi e passacavi per la sistemazione delle stesse;
- il centro stella prenderà posto in un locale tecnico al piano primo;
- etichettatura dei punti rete nelle varie stanze con la relativa rispondenza sui pannelli di permutazione negli armadi rack;
- certificazione dell'intera rete ed il rilascio dei report di collaudo dei punti rete e delle fibre ottiche (eventuali).

### **Descrizione generale del progetto**

Il progetto prevede la realizzazione delle seguenti componenti:

Sistema di cablaggio strutturato che prevede la messa in opera di:

- numero un armadio rack (centro stella) completo di tutti gli accessori;
- un sistema di cablaggio orizzontale in categoria 6 che prevede la derivazione dei punti rete RJ45

di ogni locale, destinati alla connessione di PDL, stampanti, telefoni VoIP, LIM, IP-Monitor, totem multimediali, etc.

### **Sistema di cablaggio strutturato**

Tutti i prodotti offerti per la componente passiva devono essere certificati e conformi alle normative vigenti per quanto riguarda la sicurezza e le emissioni/compatibilità elettromagnetica, nonché alla normativa "Restriction of Hazardous Substances" (RoHS) in materia di sostanze pericolose delle apparecchiature fornite sono dotati della "Marcatura CE".

Le caratteristiche della rete passiva si possono riassumere in: connettività fisica omogenea per tutta la rete cablata, prestazioni adeguate alle esigenze attuali e possibilità di seguire le evoluzioni tecnologiche, semplicità di gestione, manutenzione ed espansione, conformità alle raccomandazioni nazionali ed internazionali in relazione sia al materiale utilizzato sia delle procedure d'installazione, certificazione e collaudo adottate, supporto di protocolli standard di comunicazione, possibilità di far evolvere le applicazioni supportate senza modificare la struttura portante dell'infrastruttura.

Il cablaggio strutturato richiesto si conforma in modo rigoroso alle raccomandazioni indicate nelle norme internazionali ISO/IEC 1180, EN 50173-1, EIA-TIA 568 C.

La distribuzione orizzontale/verticale comprende l'allestimento dei locali tecnici di piano con pannelli di permutazione in Cat. 6, bretelle di connessione tra il pannello di permutazione e le porte dello switch di piano, cavi di distribuzione in Cat. 6 di lunghezza massima di 100 mt. con terminazione in placche comprensivi di frutti, le bretelle di connessione tra la placca e le postazioni di lavoro (PC, LIM e Telefono VoIP), la rete di distribuzione orizzontale tra l'armadio di permutazione di piano e le rispettive postazioni di lavoro sarà di tipo strutturato (fonia\dati).

### **Verifica del sistema di cablaggio**

Tutti i cavi e le terminazioni saranno misurati per rilevare eventuali errori di installazione e verificare le prestazioni del sistema installato, tutti i conduttori di ciascun cavo installato saranno verificati, i cavi saranno verificati secondo le procedure riportate dal costruttore e dei riferimenti normativi, ogni cavo installato dovrà essere verificato per la valutazione della lunghezza con apposito strumento impostato con i parametri relativi al cavo in misura, la lunghezza misurata dovrà essere conforme alle indicazioni presenti sulle normative di riferimento relative e dovrà essere registrata riportando il riferimento alle etichette di identificazione del cavo e del circuito o

del numero di coppia. La massima attenuazione dovrà essere inferiore o uguale alle indicazioni della norma EN 50173-1 2nd ed.

## **Impianto di climatizzazione estiva ed invernale**

### **Generalità**

Il sistema scelto, per la climatizzazione estiva ed invernale è stato effettuato in funzione della tipologia degli ambienti in essere e del loro utilizzo, ovvero destinato a centro antiviolenza, è un sistema a pompa di calore, ad espansione diretta del tipo VRF. Il sistema rappresenta un sistema impiantistico evoluto, idoneo a rispondere alle esigenze di comfort individuale e di funzionalità impiantistica.

### **Leggi, Norme, Regolamenti**

Si intendono applicate, a titolo esemplificativo e non limitativo, le seguenti leggi, norme e regolamenti:

- L. n° 10 del 09/01/1991: "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. n° 412 del 26/08/1993: "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici";
- DPR n. 551 del 1999 "Regolamento recante modifiche al DPR 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia";
- D.M. 26 giugno 2009 – Linee Guida nazionali per la Certificazione Energetica degli edifici
- D.M. 10-3-1977 Determinazione delle zone climatiche e dei valori minimi e massimi dei relativi coefficienti volumici globali di dispersione termica
- UNI 5364 del settembre 1976. Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo.
- UNI 10348 del 1993 Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo.
- UNI 9953 del 1993 Recuperatori di calore aria-aria negli impianti di condizionamento dell'aria. Definizioni, classificazione, requisiti e prove.

- UNI 10348 del 1993 Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo.
- UNI 10349 del 1994 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici
- UNI 10351 del 1994 - Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore.
- UNI 10355 del 1994 - Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
- UNI 10339 del giugno 1995. Impianti aerulici ai fini del benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta. L'offerta, l'ordine e la fornitura.
- UNI 10347 del 1995 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante - Metodo di calcolo
- UNI EN ISO 10211-1 del 1998 Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali
- Metodi generali di calcolo.
- UNI EN ISO 6946 del 1999 Componenti e elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo.
- UNI EN ISO 7345 del 1999 Isolamento termico – Grandezze e definizioni
- UNI EN 1886 del giugno 2000. Ventilazione degli edifici. Unità di trattamento dell'aria. Prestazioni meccaniche.
- UNI EN 13789 del 2001 – Prestazione termica degli edifici - Coefficiente di perdita di calore per trasmissione - Metodo di calcolo
- UNI EN 378 - Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza ed ambientali
- UNI EN 14511 del 2004 Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffreddamento – Parti 1-2-3-4.
- UNI EN ISO 13790 del 2005 - Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento.

### **Descrizione del sistema**

Il sistema a pompa di calore, costituito da più unità terminali, a servizio dei locali da condizionare, alimentate da una o più pompe di calore esterne con condensatore raffreddato ad aria, in via schematica si compone di:

- unità esterna dotata di uno o più compressori inverter con elevato grado di parzializzazione;
- unità interne che collegate al circuito gas;
- collegamento tra le unità esterne ed interne attraverso una coppia di tubazioni in rame;
- sistema di connessione elettrico e di segnale a servizio delle macchine interne ed esterne.

Nel caso di installazioni che richiedano una potenza superiore a quella fornibile da una singola unità esterna, diventa agevole suddividere la potenzialità richiesta su più unità esterne, ciascuna delle quali dedicata ad una specifica zona dell'edificio. Il sistema, pur possibilmente combinando più gruppi dello stesso tipo, indipendenti tra loro dal punto di vista frigorifero, può essere controllato da un unico circuito di trasmissione dati e si comporta come un sistema unico.

Il controllo dell'intero sistema è affidato alla logica di gestione che risiede nelle varie componenti dell'impianto ed è parte integrante dello stesso. Ciascuna unità terminale, sebbene collegata allo stesso circuito frigorifero, è indipendente da tutte le altre sia per funzionamento che per regolazione.

Nei sistemi a pompa di calore, ciascuna unità terminale può gestire condizioni diverse rimanendo nell'ambito dello stesso ciclo (riscaldamento/raffreddamento). La definizione del ciclo di funzionamento avviene sulla unità esterna ed interessa l'intero sistema.

Il funzionamento dell'intero impianto è assicurato anche in condizioni climatiche estreme quali:

- temperatura esterna a bulbo secco = da 15°C a +43°C (funzionamento in raffreddamento);
- temperatura esterna a bulbo umido = da -10°C a +18°C (funzionamento in riscaldamento). L'elemento caratteristico del sistema, risiede nella capacità di variare in modo lineare e direttamente proporzionale al carico (sia in raffreddamento che in riscaldamento) la portata di fluido gassoso in circolazione, i parametri per la regolazione risiedono nella logica di gestione, mentre la variazione del flusso di refrigerante è ottenuta attraverso la modulazione della velocità di rotazione del compressore, questo è un processo particolarmente complesso, presente durante tutte le fasi di funzionamento del sistema, che ne coinvolge tutti i componenti. Comprenderne la logica è essenziale per apprezzarne i pregi.

Sintetizzando, il processo prende l'avvio dalle unità interne.

I termistori posti all'ingresso e all'uscita dell'evaporatore comunicano le temperature rilevate al microprocessore a bordo, consentendo di valutare il grado di surriscaldamento (o di sottoraffreddamento) effettivo e di confrontarlo coi valori memorizzati.

Allo stesso microprocessore perviene la temperatura rilevata sulla ripresa dell'aria o in ambiente, il cui valore viene confrontato con quello precedentemente impostato sul controllo locale.

Altro aspetto importante è quello legato alle normative sulla protezione ambientale, la maggior efficienza energetica garantita dall'uso della tecnologia ad Inverter e i costi operativi ridotti sono ora più importanti che mai possibile utilizzando la più recente tecnologia ad Inverter, unitamente ai motori ad alta riluttanza.

## **Fluido refrigerante**

Il fluido refrigerante R410A è una miscela quasi azeotropica di due refrigeranti idrofluorocarburi, pertanto esenti da cloro. I due refrigeranti che compongono la miscela sono R32 e R125 chimicamente stabili. Il fluido R410A, contrariamente ai clorofluorocarburi (CFC), ormai non più consentiti dalle leggi 549/91 e 179/97, e agli idroclorofluorocarburi (HCFC) quali l'R22, la cui produzione è destinata ad essere interrotta nei prossimi anni, presenta caratteristiche tali da non arrecare danni allo strato di ozono e, nello stesso tempo, assicura rendimenti pari a quelli ottenibili in precedenza con i CFC o HCFC.

Per effetto di un ciclo termodinamico particolare in inverno l'unità esterna sottrae calore all'aria e l'unità interna lo trasferisce agli ambienti da riscaldare. In estate il ciclo è inverso: l'unità interna sottrae calore all'ambiente e l'unità esterna lo trasferisce all'aria. L'energia primaria utilizzata dal sistema è quella elettrica, il fluido che fa da vettore per il calore è denominato gas refrigerante.

Il gas refrigerante R410A, come prima detto è una miscela di due gas, R32 e R125. È molto sicuro anche in caso di perdite, motivo per cui è classificato come A1, cioè non tossico e non infiammabile.

In generale il sistema è composto da due unità posta all'esterno sulla copertura e da più unità poste all'interno dell'ambiente distribuite nei vari locali, collegate fra di loro mediante una coppia di tubazioni in rame. Le unità interne saranno quasi tutte del tipo in vista, incassate in cartongesso del tipo a cassetta a 4 vie.

## **Unità terminali**

Le unità interne per installazione a parete, sono essenzialmente costituite da potenzialità nominale in regime di raffreddamento per valori compresi tra pari a 2,8 kW a 6,3 kW, tali potenze nominali sono valutate alle seguenti condizioni: in raffreddamento temperatura interna 27°CBS/19°CBU, temperatura esterna 35°CBS, in riscaldamento temperatura interna 20°CBS, temperatura esterna 7°CBS/6°CBU, dislivello 0 m, le unità sono dotate di copertura in materiale plastico, lavabile e antiurto, totalmente amovibile dal corpo macchina per facilitarne l'installazione, dotata di isolamento termoacustico in polietilene espanso; nella parte posteriore sono presenti le aperture per l'accesso agli attacchi del refrigerante e dello scarico condensa; mandata in posizione frontale dotata di meccanismo di movimentazione automatica del deflettore con orientazione verticale tra 10° e 70° e chiusura automatica al

momento della disattivazione dell'unità, deflettore smontabile per la pulizia e filtro dell'aria a lunga durata, in rete di resina sintetica lavabile. Il ventilatore tangenziale con funzionamento silenzioso e assenza di vibrazioni, a due velocità, mosso da un motore elettrico monofase ad induzione direttamente accoppiato, dotato di protezione termica, la valvola di laminazione e regolazione dell'afflusso di refrigerante con motore passo-passo, 2000 passi, pilotata da un sistema di controllo a microprocessore con caratteristica PID (proporzionale-integrale-derivativa) che consente il controllo della temperatura ambiente con la massima precisione (scostamento di +/- 0,5° C dal valore di set point), raccogliendo i dati provenienti dai termistori sulla temperatura dell'aria di ripresa, sulla temperatura della linea del liquido e sulla temperatura della linea del gas. Lo scambiatore di calore in controcorrente costituito da tubi di rame ed alette in alluminio ad alta efficienza. Dotati di sonda di temperatura ambiente posta sulla ripresa dell'unità che in funzione delle effettive necessità deve essere possibile scegliere se utilizzare la sonda a bordo macchina o a bordo comando remoto a filo, ad essa connessa. Dotate di termistori temperatura dell'aria di ripresa, temperatura linea del liquido, temperatura linea dell'acqua sulle tubazioni. Alimentazione: 220/240 V monofase a 50 Hz. Tutte le macchine saranno dotate di dichiarazione di conformità alle direttive europee 89/336/EEC (compatibilità elettromagnetica), 73/23/EEC (bassa tensione) e 98/37/EC (direttiva macchine) fornita con l'unità.

Sostanzialmente nell'edificio in oggetto sono state utilizzate tre tipologie di unità interne con diverse taglie di potenze caldo/freddo in funzione dei carichi termici dei singoli ambienti, le unità sono per installazione a parete.

### **Verifiche preliminari e prove funzionali**

Le verifiche e le prove dell'impianto saranno in parte effettuate durante l'esecuzione dei lavori, in parte appena ultimato l'impianto, prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Esse consisteranno nelle seguenti operazioni:

verifica preliminare, intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente l'impianto, qualitativamente e quantitativamente, corrisponda alle prescrizioni contrattuali; prova idraulica di tenuta delle tubazioni, consistente nella pressatura dell'impianto fino ad una pressione pari a circa 40 bar (1,5 volte la pressione di funzionamento). Si riterrà positivo l'esito della prova quando non si verifichino fughe o deformazioni permanenti; prove preliminari di circolazione dei fluidi riscaldanti, raffreddanti, umidificanti e deumidificanti e dell'aria percorrente i vari circuiti ed attraversante le diverse bocchette.



Le prove dovranno accertare la perfetta tenuta delle tubazioni e dei canali, nonché il mantenimento dell'assetto regolare anche a seguito delle massime variazioni di temperatura.

Il collaudo dell'impianto verrà effettuato sia nelle condizioni di funzionamento invernale che in quelle di funzionamento estivo, durante la prima stagione invernale ed estiva successiva alla consegna dell'impianto, almeno due mesi dopo il completamento dell'edificio e non prima che gli impianti abbiano funzionato regolarmente per i due mesi antecedenti il collaudo stesso. Il collaudo sarà effettuato con modalità come da prescrizioni delle UNI 5104, UNI 5364, UNI 8199 e successive integrazioni o sostituzioni. Le prove dovranno accertare la funzionalità dell'impianto e la sua rispondenza alle norme varie di settore ed alle altre disposizioni di legge, in materia di impianti, vigenti all'epoca dell'esecuzione dei lavori.

Verranno effettuate, in particolare, misure di temperatura, di umidità relativa, di velocità dell'aria, di livello di rumore e saranno inoltre verificate le prestazioni delle macchine alle diverse condizioni operative e il corretto funzionamento dei relativi organi di controllo e di sicurezza.

Misure di temperatura e di umidità relativa: verranno verificati i limiti prescritti in vari punti dei locali ad un'altezza di 1,5 m dal pavimento.

### **Impianto per la produzione di acqua calda sanitaria**

L'impianto si compone di due scaldacqua a pompa di calore con accumulo da 300l e predisposizione per l'integrazione solare.

La temperatura di utilizzazione dell'acqua calda sanitaria minima è fissata a 40° C, l'ala in completamento dispone soltanto di lavabi, non vi sono docce né vasche, i collettori saranno installati su apposite strutture adatte a rendere solidale il collettore con la sotto struttura esistente ed inclinando i pannelli di 35 °.

La copertura prevista del fabbisogno di acqua calda sanitaria fornita a 40°C è del 65% su media annua. Si prevede quindi di utilizzare un locale posto al piano terra. Il bollitore sarà del tipo a serpentino immerso e dotato di apposito sistema di innalzamento

temperatura per effettuare i periodici innalzamenti della temperatura oltre i 65°C per la sanificazione anti-legionella. La capacità del bollitore è stata calcolata sulla base del numero di utenze e dalla destinazione della struttura, parametri questi che influenzano il periodo degli stillamenti e la richiesta pro capite. Di seguito i principali componenti dell'impianto in progetto: circuito idraulico primario e secondario, pompe di circolazione; valvole di non ritorno; vaso di espansione; valvola di sicurezza; valvola di sfiato dell'aria; sonde temperatura; miscelatore, centralina di regolazione; scaldacqua a pompa di calore con bollitore da 300 l.

Il calcolo della portata che dovrà circolare nel circuito primario è stato condotto considerando una portata specifica tipica dell'impianto solare pari a 30 l/m<sup>2</sup> h. Il valore di progetto della portata appena riportato consente di mantenere la temperatura di lavoro del fluido termovettore entro valori ottimali che salvaguardano la funzionalità dei componenti e garantiscono una buona efficienza di scambio termico.

### **Impianto idrico sanitario**

L'impianto idrico-sanitario sarà realizzato in conformità con quanto indicato nelle rispettive norme UNI, tenendo conto della specifica destinazione d'uso e dello sviluppo planimetrico e altimetrico dell'edificio, al fine di garantire il regolare e sicuro funzionamento. L'acqua addotta dal collettore comunale, tramite una linea interrata, giunge nel vano tecnico del locale idrico. Ogni distribuzione di acqua potabile, prima di essere utilizzata, deve essere pulita e disinfettata come indicato nelle norme UNI 9182. Per il dimensionamento delle tubazioni, si è tenuto conto della eventualità che la pressione disponibile immediatamente a monte dei contatori sia insufficiente a garantire le portate degli erogatori.

Le tubazioni che formano il complesso dell'impianto saranno in Polietilene (PE) multistrato e Polipropilene (PP) atossico, opportunamente isolate con coppelle in Poliuretano espanso, in modo da evitare il fenomeno della condensa superficiale per le condotte di acqua fredda e le dispersioni termiche per quelli dell'acqua calda.

L'impianto è a servizio dei bagni e si sviluppa mediante l'ausilio di tubazione in polietilene che si diparte dal collettore nel locale idrico mediante eventuale pompaggi, da detto locale si diparte una linea per ogni servizio igienico che si attesta sui collettori di bagno.

Dal collettore di ogni bagno partono le linee in tubazione multistrato coibentate per

l'alimentazione ai pezzi sanitari, per ogni locale bagno sarà alloggiato un piccolo scaldacqua ad alimentazione elettrica per i servizi lavabi.

Per le portate minime agli erogatori si sono utilizzati i seguenti dati in tabella:

<b>Apparecchio</b>	<b>Acqua fredda l/s</b>	<b>Acqua calda l/s</b>	<b>Pressione minima m.c.a.</b>
Lavabo	0,10	0,10	5
Vaso a cassetta	0,10	0,10	5

Per il dimensionamento delle condutture di adduzione dell'acqua è stato utilizzato il metodo delle Unità di Carico. Tale metodo assume un valore convenzionale, che tiene conto della portata di un punto di erogazione, delle sue caratteristiche dimensionali e funzionali e della sua frequenza d'uso. Una UC corrisponde ad una portata di circa 0.33 l/s.

Altri parametri presi in considerazione sono:

- pressione di servizio media;
- portate nominali per rubinetti d'uso sanitario ricavati dalla precedente tabella;
- fattore di contemporaneità, che tiene conto dell'uso contemporaneo dell'acqua in percentuale;
- velocità dell'acqua;
- erogazione nel periodo di punta.

Per le perdite di carico distribuite è stata usata la formula di Hazen-Williams, mentre per quelle concentrate è stata utilizzata una espressione in funzione del coefficiente di forma dei pezzi speciali.

La rete di scarico per le acque nere, dagli apparecchi sanitari, sarà realizzata mediante tubazioni in PVC per quanto riguarda i tratti suborizzontali fino all'entrata nei tratti interrati della rete fognaria esistente. La rete di scarico sarà costituita essenzialmente tratti suborizzontali di raccolta realizzati con tubazioni di che scaricheranno nei pozzetti (previa sifonatura) posti al di fuori dell'edificio per poi essere raccordati alla linea della fogna esistente. In particolare l'impianto di scarico interno delle acque nere sarà costituito da:  
Diramazioni di scarico dai singoli apparecchi igienico-sanitari;  
Raccordo previa sifonatura con la fogna esistente.

La pendenza dei collettori suborizzontali, sia di raccolta interni al fabbricato che esterni interrati,

non dovrà essere inferiore all'1,5 %.

### **Materiali di installazione**

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati sia per la parte elettrica che per la parte di climatizzazione dovranno essere adatti all'ambiente in cui sono installati e dovranno avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovuti all'umidità alla quale possono essere esposti durante il normale esercizio dell'impianto.

Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle relative norme CEI e dotati del marchio IMQ o in alternativa provvisto di un marchio od un attestato rilasciato dagli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della CEE o con dichiarazione del fabbricante stesso.

### **Verifiche e certificazioni**

Al termine delle opere di installazione l'installatore deve provvedere alle verifiche previste dalle norme CEI 64-8/6, CEI 64-4 e dalla legge 37/2008.

In particolare dovrà effettuare:

- esame a vista per accertare che le condizioni di realizzazione dell'impianto siano corrette;
- prova della continuità dei conduttori di protezione, dei conduttori equipotenziali principali e secondari e del conduttore di terra;
- prova della resistenza di isolamento dell'impianto;
- prova della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione.  
Deve essere effettuata la prova di funzionamento dei dispositivi differenziali;
- misura della resistenza di terra dell'impianto;
- prova di funzionamento dell'impianto rivelazione fumi (utilizzare bombolette spray per verificare il funzionamento dei rivelatori, tale procedura può essere fatta a campione se il sistema non rivela errori di funzionamento);
- prova di funzionamento dell'impianto segnalazione incendio;
- prova di funzionamento e settaggio dell'impianto di climatizzazione;
- dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola dell'arte secondo il modello ministeriale;

### **Verifiche periodiche per gli impianti elettrici**

Gli impianti elettrici in generale devono essere controllati regolarmente, agli intervalli di tempo sotto precisati, da un tecnico qualificato.

Tali controlli periodici avranno per oggetto:

- la misura della resistenza di isolamento, da effettuare secondo le prescrizioni del Cap. X della Norma CEI 64-8, ad intervalli non superiori a due anni;
- l'efficienza dell'impianto di terra ad intervalli non superiore a due o cinque anni così come previsto dal D.P.R. 462/2001, verifica effettuata da un organismo autorizzato dal Ministero delle Attività Produttive.
- l'efficienza del funzionamento dei dispositivi a corrente differenziale ad intervalli non superiore a sei mesi;
- verifica del perfetto stato di funzionamento dell'illuminazione di sicurezza almeno ogni sei mesi.

IL TECNICO