



ENERGO s.r.l.
Via Guido Rossa 29
Ponte San Nicolò
35020 (PD)

PROGETTO ESECUTIVO

committente: COMUNE DI PADOVA
Via del Municipio, 1 - 35122 - Padova (PD)

progetto: Manutenzione straordinaria degli impianti meccanici
dei Musei agli Eremitani e della sede di via Porciglia.
LLPP EDP 2020/055 - CUP: H99G19000390005

IMPIANTI ELETTRICI

RELAZIONE TECNICA

revisione n.

data:

oggetto:

disegnato da:

J.R.

controllato da:

D.Z.

approvato da:

D.Z.

nome file: APPR_35_Relazione_Tecnica_Impianti Elettrici

data: Ottobre 2020

scala:



APPR_35

INDICE

1. PREMESSA	2
1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2. INQUADRAMENTO GENERALE	7
3 STATO DI PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI.....	9
3.1 DATI TECNICI DI PROGETTO	9
3.2 PRESCRIZIONI GENERALI PER LA SICUREZZA.....	9
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	9
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	11
PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI.....	13
PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI	13
3.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	14
IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE	14
CONDUTTURE ELETTRICHE.....	15
ADEGUAMENTO IMPIANTI ELETTRICI CENTRALE TERMICA.....	17
COLLEGAMENTI ELETTRICI PER IMPIANTO TERMOREGOLAZIONE	17
IMPIANTO DI TERRA	17

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica ha lo scopo di illustrare e descrivere le scelte progettuali messe in campo per la riqualificazione energetica delle centrali e delle sotto-centrali tecnologiche a servizio dell'edificio dei Musei civici agli Eremitani, della Cappella degli Scrovegni e dell'edificio direzionale denominato "Direzione Settori Cultura e Musei Civici" sito in via Porciglia, n.10 facenti parte del territorio comunale di Padova.

Gli interventi previsti per la riqualificazione sono i seguenti:

- Realizzazione nuove linee di alimentazione gruppi frigo;
- Realizzazione nuove linee di alimentazione estrattori/ventilatori;
- Realizzazione nuove linee di alimentazione elettropompe e circolatori;
- Modifica ai quadri elettrici esistente per adeguamento potenze ed interruttori di protezione.

1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per quanto non esplicitamente indicato nelle presenti specifiche, valgono le norme vigenti all'atto della firma del contratto.

In particolare, nella realizzazione dell'impianto devono essere rispettate le seguenti normative tecniche:

Normativa Impianti Elettrici:

- DECRETO 22 gennaio 2008, n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (GU n. 61 del 12-3-2008);
- Norme CEI 11.17 - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo;
- Norme CEI 11.18 - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni;
- Norme CEI 11-25 – Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti;
- Norme CEI 11-26 – Correnti di cortocircuito – Calcolo degli effetti - Parte I: Definizioni e metodo di calcolo;
- Norme CEI dei CT 14; tutti i fascicoli applicabili, in particolare i fascicoli 14.4 e 14.32;
- Norma CEI 17-113 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione, quadri di BT;
- Norme CEI del CT 20, cavi per energia): tutti i fascicoli applicabili;
- Norme CEI del CT 62: tutti i fascicoli applicabili in particolare i fascicoli 62.5 e 62.10;
- Norme CEI 64-8 (tutte le parti) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V c.a. e 1500V in c.c.
- Norme CEI dei CT 210, compatibilità elettromagnetica e CT 211, esposizione umana ai campi elettromagnetici;
- Norma CEI EN 60598-2-22 – Apparecchi di illuminazione di emergenza;
- Norma UNI EN 1838 – Applicazioni dell'illuminotecnica – illuminazione d'emergenza;
- Norma CEI EN 50173-1, (CEI 306-6) – Tecnologia dell'informazione – Sistemi di cablaggio generico – Parte 1: Requisiti generali e uffici;
- Norma CEI EN 50174-1, (CEI 306-3) – Tecnologia dell'informazione – Installazione del cablaggio – Parte 1: Specifiche ed assicurazione della qualità;
- Norma CEI EN 50174-2, (CEI 306-5) – Tecnologia dell'informazione – Installazione del cablaggio – Parte 2: Pianificazione e criteri di installazione all'interno degli edifici;
- Norma CEI EN 50174-3 – Tecnologia dell'informazione – Installazione del cablaggio – Parte 3: Pianificazione e criteri di installazione all'esterno degli edifici;

- Norme CEI/UNI di prodotto applicabili per la progettazione, la costruzione, il collaudo in fabbrica e l'installazione dei singoli materiali, componenti ed apparati elettrici.
- Tutta la normativa specifica sulle apparecchiature utilizzate.

Qualora per particolari esigenze, non potessero essere integralmente rispettate le prescrizioni normative in vigore, dovrà essere prodotta adeguata documentazione che dimostri che comunque gli impianti sono realizzati a perfetta regola d'arte, in ottemperanza alla Legge n. 186 del 01.03.1968.

LEGGI E DECRETI RELATIVI A MATERIALI, APPARECCHIATURE E MACCHINARI ELETTRICI ED ELETTRONICI

- Legge n. 186 del 01.03.1968, Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- Legge n.791 del 18.10.1977 (Attuazione della direttiva del Consiglio della Comunità europea, 73/23/CEE) relativa alla garanzia di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;

LEGGI E DECRETI RELATIVI ALLA LIMITAZIONE E PROTEZIONE DALLA ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTRICI, MAGNETICI ED ELETTROMAGNETICI

- Racc. Cons. Europeo n. 519 del 12.07.1999, Raccomandazione del Consiglio Europeo relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 a 300 GHz;
- Legge n. 36 del 22.02.2001, Legge quadro sulla protezione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da elettrodotti;
- D.Lgs n. 257 del 19 novembre 2007, "Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi degli agenti fisici (campi elettromagnetici)";
- Leggi Regionali o Provinciali:
- Prescrizioni della Provincia di Venezia (lettera del 31 marzo 2006), Settore Pianificazione Territoriale Urbanistica, in materia di cabine elettriche (documento allegato in appendice al presente elaborato).

CORPO NORMATIVO

Devono essere rispettate tutte le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, CEI, anche se non menzionate espressamente e singolarmente, riguardanti ambienti, classificazioni, calcoli, dimensionamenti, macchinari, materiali, componenti, lavorazioni che in maniera diretta o indiretta abbiano attinenza con le opere di cui si tratta nel presente progetto. Vengono comunque richiamate nel seguito del presente paragrafo, per motivi di praticità e chiarezza, ma non certo a titolo esaustivo, alcune (le più significative) fra le norme sopra citate, di riferimento per i lavori in oggetto.

- CEI 99-2 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV in corrente alternata;
- CEI 99-4: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;
- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo
- CEI 11-20 - Impianti di produzione di energia elettrica collegate a rete di I e II categoria
- CEI EN 60909-0; CEI 11-25 – Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti
- CEI EN 60865-1; CEI 11-26 – Correnti di cortocircuito – Calcolo degli effetti - Parte I: Definizioni e metodo di calcolo
- CEI 11-37 - Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV
- CEI 17-113/114 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- CEI 17-43 - Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- CEI 121-5 – Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione;
- Norme CEI del CT 20 (cavi per energia): tutti i fascicoli applicabili;
- CEI 23-51 e varianti – Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI 64-2 - Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione. Prescrizioni specifiche per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive
- CEI 64-8 (tutte le parti) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V c.a. e 1500V in c.c.
- CEI 64-12 – Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale o terziario;
- CEI 61439 –1,2 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza;

- Regolamento CPR: I CAVI E IL REGOLAMENTO PRODOTTI DA COSTRUZIONE - CPR UE 305/11, in vigore dal 1° luglio 2017, identificazione e marcatura dei cavi elettrici secondo resistenza e comportamento in caso di incendio;
- Decreto Ministeriale N.37 del 2008 (DM 37/08) - Disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- Norma UNI 1838 – Applicazioni dell'illuminotecnica. Illuminazione di emergenza;

NORME CEI PER AMBIENTI PARTICOLARI

- CEI EN 60079-14; CEI 31-33 - Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi delle miniere)
- CEI 31-35 - Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas - Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi
- CEI 31-35/A e varianti – Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas - Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) - Classificazione dei luoghi pericolosi - Esempi di applicazione;
- CEI EN 60079-10; CEI 31-87 - Atmosfere esplosive. Parte 10-1: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas

NORME UNI e CEI SPECIFICHE DI PRODOTTO

Queste norme sono riportate nei capitoli del presente elaborato relativi alle specifiche tecniche e modalità di esecuzione dei vari componenti.

- Norme UNI specifiche sulle apparecchiature utilizzate applicabili per la progettazione, la costruzione, il collaudo in fabbrica e l'installazione dei singoli materiali, componenti ed apparati elettrici.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

Gli edifici oggetto di riqualificazione energetica sono tre (fig.1) e tutti ricadenti all'interno del territorio del Comune di Padova:

- La sede dei *Musei Civici agli Eremitani* con sede in Piazza degli Eremitani n°8;
- La *Cappella degli Scrovegni* con sede in Piazza degli Eremitani n°8;
- La sede della *Direzione Settore Cultura e Musei Civici* in via Porciglia n°10.



Figura 1: Foto aerea dei tre complessi oggetto di riqualificazione energetica all'interno del Comune di Padova (PD): il complesso dei "Musei Civici agli Eremitani" (evidenziato in arancione), la Cappella degli Scrovegni (evidenziato in rosa) e l'edificio sede della Direzione Settori Cultura e Musei Civici (evidenziato in azzurro).

I tre edifici, attualmente, sono serviti da due centrali termiche principali e da tre sotto-centrali di distribuzione usate per il riscaldamento degli ambienti durante il periodo invernale, il raffrescamento degli ambienti durante il periodo estivo e per alimentare alcune unità di trattamento aria (UTA) dove installate.

Le centrali termiche principali si trovano nel piano terra dell'edificio di Via Porciglia n°10 e al secondo piano nuovo complesso denominato "*ampliamento*" che si trova all'interno dell'edificio dei Musei civici agli eremitani (fig.2).

La centrale principale di Via Porciglia n°10 è dimensionata per sostenere la climatizzazione estiva e invernale della Cappella degli Scrovegni, dello stesso edificio di via Porciglia n°10 e parte

dell'impianto di trattamento aria del complesso dei Musei civici alimentati dalla sotto-centrale "A".



Figura 2: Posizionamento centrali termiche principali all'interno a servizio dei tre edifici oggetto di riqualificazione energetica -> La centrale di Via Porciglia n°10 (evidenziata in giallo) e quella posizionata al secondo piano del nuovo edificio sito all'interno dell'area dei Musei civici (evidenziata in azzurro).

La centrale situata al piano secondo del nuovo edificio dei musei civici (fig.2), invece, è attualmente dimensionata a servizio della climatizzazione estiva ed invernale e al funzionamento dei sistemi di trattamento aria installati all'interno dei musei civici.

3 STATO DI PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

3.1 DATI TECNICI DI PROGETTO

Gli impianti elettrici a servizio del complesso traggono origine dal quadro generale di bassa tensione in guardiola da cui si diramano le linee di alimentazione per i quadri di complesso.

- Località: Padova
- Provincia: Padova
- Alimentazione: 3F+N 400V 60/50Hz
- Sistema di distribuzione: TN-S

I dati della distribuzione elettrica corrispondono a:

Rete luce e forza motrice normale: tensione nominale di 230/400V, collegamento trifase+terra.

Cadute di tensione max ammesse (4% massimo):

- linee principali di distribuzione: 2%
- linee terminali: 2%

Margine di sicurezza portate cavi e interruttori oltre al declassamento delle portate in rispondenza alle prescrizioni della norma CEI UNEL 35024-1: 20%

Tipologia conduttori rete BT:

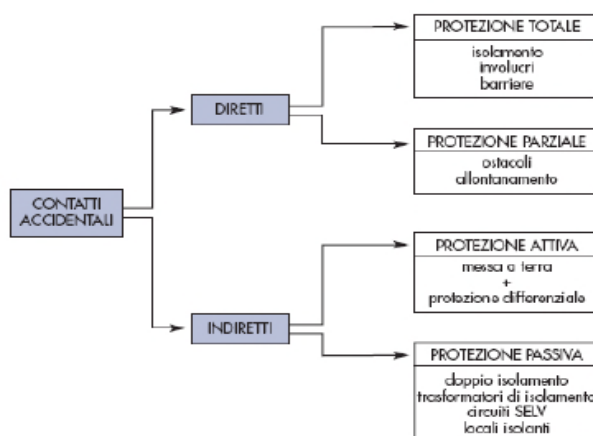
- cavi per alimentazione apparecchiature entro cavidotti, canali e passerelle metalliche: FG16(O)M16
- cavi per alimentazione apparecchiature entro tubazioni in PVC: FG17

3.2 PRESCRIZIONI GENERALI PER LA SICUREZZA

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti si effettua per tutti i componenti dell'impianto adottando opportune misure aventi lo scopo di impedire che una persona possa entrare in contatto con una parte attiva del circuito elettrico.

La protezione può essere totale o parziale.



PROTEZIONE TOTALE	PROTEZIONE PARZIALE
Isolamento	ostacoli
Involucri	Allontanamento
barriere	

La scelta tra protezione parziale o totale dipende dalle condizioni d'uso e d'esercizio dell'impianto (ad esempio potrà essere parziale laddove l'accessibilità ai locali è riservata solo a persone addestrate).

Protezione totale

L'isolamento, destinato a impedire il contatto con parti in tensione, deve realizzare una copertura totale delle parti attive; inoltre relativamente alle caratteristiche fisico - chimiche e allo spessore, deve essere tale da resistere alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere sottoposto, tenendo conto della sua specifica funzione protettiva.

Involucri e barriere sono così definiti dalle norme CEI:

Involucro - Elemento che assicura un grado di protezione appropriato contro determinati agenti esterni e un determinato grado di protezione contro i contatti diretti in ogni direzione.

Barriera - Elemento che assicura un determinato grado di protezione contro i contatti diretti nelle direzioni abituali di accesso.

La Norma CEI EN 60529 identifica il grado di protezione di un involucro o di una barriera mediante la sigla IP seguita da due cifre più eventuali lettere opzionali; la prima cifra indica il grado di protezione contro i contatti diretti e contro l'ingresso di corpi estranei, la seconda cifra indica il grado di protezione contro la penetrazione dei liquidi.

Protezione parziale

La protezione parziale è ritenuta sufficiente solo in luoghi dove operano persone addestrate allo svolgimento di una specifica e particolare attività in relazione al tipo di impianto, al tipo di operazione e

alle condizioni ambientali. Si attua mediante ostacoli o allontanamento

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Tutti i componenti elettrici devono essere protetti contro il pericolo di contatto con parti metalliche accessibili, normalmente non in tensione, ma che potrebbero assumere un potenziale pericoloso a seguito di un guasto o del cedimento dell'isolamento. Questa protezione può essere classificata in due tipologie:

- Protezione attuata senza l'interruzione automatica dell'alimentazione e senza messa a terra se le condizioni del componente o della persona sono tali da rendere il guasto non pericoloso.
- Protezione attuata attraverso l'interruzione automatica dell'alimentazione mediante apparecchi di protezione dalle sovracorrenti o differenziali.

Protezione mediante separazione elettrica

Per garantire la protezione dai contatti si ricorre a circuiti in cui le parti attive sono alimentate da un circuito elettrico perfettamente isolato da terra.

In questi impianti non è possibile la richiusura del circuito attraverso il contatto mano-piedi della persona e quindi non si possono realizzare situazioni reali di pericolo.

Questo tipo di protezione si può realizzare impiegando trasformatori di sicurezza e linee di lunghezza limitata.

Protezione in impianti a bassissima tensione di sicurezza

In questo caso la protezione è garantita quando le parti attive sono alimentate a tensioni non superiori a 50V a.c. e 120V d.c., adottando comunque i provvedimenti per impedire il contatto accidentale tra i circuiti a bassissima tensione e quelli a bassa tensione.

In alcuni casi speciali è ammessa la protezione mediante luoghi non conduttori o collegamento equipotenziale locale non connesso a terra.

Protezione mediante doppio isolamento rinforzato

Questi componenti elettrici hanno parti attive isolate dalle parti accessibili oltre all'isolamento funzionale anche da un isolamento supplementare che rende praticamente impossibile l'incidente.

Essi sono definiti di classe II.

Il collegamento delle masse al conduttore di protezione in questo caso è vietato.

Protezione mediante interruzione dell'alimentazione

La protezione mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione è richiesta quando a causa di un guasto, si possono verificare sulle masse tensioni di contatto di durata e valore tali da rendersi pericolose per le persone.

La norma CEI 64-8/4 considera pericolose le tensioni di contatto e di passo superiori a **50V a.c. per gli ambienti ordinari e a 25V a.c. per gli ambienti speciali.**

Se le tensioni di contatto e di passo sono superiori a questi valori è necessario interromperle in tempi opportunamente brevi, affinché vengano evitati danni fisiologici alle persone, così come definito dalla norma IEC 60479-1.

In questo caso è quindi necessario scegliere dei dispositivi di interruzione e protezione automatici che abbiano caratteristiche di intervento tali da garantire un adeguato livello di sicurezza.

Gli interruttori differenziali di adeguata sensibilità sono gli apparecchi maggiormente impiegati per un'efficace protezione dai contatti indiretti, anche se non sono esclusi dispositivi di tipo differente.

Per scegliere quale apparecchio impiegare è necessario conoscere la caratteristica tempo-tensione dove rilevare per quanti secondi o frazione di secondi un determinato valore di tensione di contatto può essere sopportato.

Per poter costruire questa caratteristica è indispensabile analizzare gli effetti che la corrente provoca nel passaggio in un corpo umano riportata sulla norma IEC 60479-1.

Questa caratteristica definisce 4 zone di pericolosità in funzione del valore di corrente circolante per un determinato tempo.

Zona 1: nessuna reazione al passaggio della corrente

Zona 2: abitualmente nessun effetto fisiologicamente pericoloso

Zona 3: abitualmente nessun danno organico. Probabilità di contrazioni muscolari e difficoltà respiratoria; disturbi reversibili nella formazione e conduzione di impulsi nel cuore, inclusi fibrillazione ventricolare, che aumentano con l'intensità di corrente ed il tempo.

Zona 4: in aggiunta agli effetti descritti per la zona 3 la probabilità di fibrillazione ventricolare può aumentare fino oltre il 50%. Si possono avere degli effetti fisiologici come l'arresto cardio-respiratorio e gravi ustioni.

Analizzando le curve di sicurezza se ne deduce che gli interruttori differenziali con soglia di intervento di 30mA offrono un eccellente livello di protezione dai contatti indiretti e sono preferibili ad altri dispositivi di protezione.

PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

La norma CEI 64-8/4 prescrive che i circuiti di un impianto (salvo eccezioni) debbano essere provvisti di dispositivi di protezione adatti ad interrompere correnti di sovraccarico prima che esse possano provocare un riscaldamento eccessivo ed il conseguente danneggiamento dell'isolante dei cavi.

Per garantire tale protezione è necessario che vengano rispettate le seguenti regole:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \text{ e } I_f \leq 1,45 I_z \text{ dove:}$$

I_b = Corrente di impiego del circuito

I_n = Corrente nominale dell'interruttore

I_z = Portata a regime permanente del cavo

I_f = Corrente di sicuro funzionamento dell'interruttore automatico

La prima regola soddisfa le condizioni generali di protezione dal sovraccarico.

La seconda regola, impiegando per la protezione dal sovraccarico un interruttore automatico, è sempre verificata, poiché la corrente di sicuro funzionamento I_f non è mai superiore a $1,45 I_n$ ($1,3 I_n$ secondo CEI

EN 60947-2; 1,45 In secondo CEI EN 60898).

Essa deve essere invece verificata nel caso in cui il dispositivo di protezione sia un fusibile.

Analizzando la regola generale di protezione $I_b \leq I_n \leq I_z$ risulta evidente che si possono ottenere due condizioni di protezione distinte:

- condizione di massima protezione, realizzabile scegliendo un interruttore con una corrente nominale prossima o uguale alla corrente di impiego I_b ;
- condizione di minima protezione scegliendolo con una corrente nominale prossima o uguale alla massima portata del cavo.

Scegliendo la condizione di massima protezione si potrebbero verificare delle situazioni tali da pregiudicare la continuità di servizio, perché sarebbe garantito l'intervento dell'interruttore anche in caso di anomalie sopportabili.

Per contro la scelta di un interruttore con una corrente regolata uguale alla portata del cavo porterebbe alla massima continuità di servizio a discapito del massimo sfruttamento del rame installato.

Queste considerazioni vengono demandate al progettista in funzione del tipo di circuito da realizzare.

PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI

La protezione contro i cortocircuiti ha lo scopo di interrompere le correnti circolanti in caso di guasto dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nelle connessioni e nei conduttori stessi.

Tutte le condutture relative agli impianti elettrici di cui al presente appalto sono protette contro i corto circuiti mediante l'impiego di interruttori automatici magnetotermici o fusibili secondo le modalità riportate nella norma CEI 64-8.

Le condizioni richieste per la protezione dal cortocircuito sono sostanzialmente le seguenti:

- l'apparecchio deve essere installato all'inizio della condotta protetta, con una tolleranza di 3m dal punto di origine (se non vi è pericolo d'incendio e si prendono le ordinarie precauzioni atte a ridurre al minimo il rischio di cortocircuito);
- l'apparecchio non deve avere corrente nominale inferiore alla corrente d'impiego (questa condizione è imposta anche per la protezione da sovraccarico)
- l'apparecchio di protezione deve avere potere di interruzione non inferiore alla corrente presunta di cortocircuito nel punto ove l'apparecchio stesso è installato;
- l'apparecchio deve intervenire, in caso di corto-circuito che si verifichi in qualsiasi punto della linea protetta, con la necessaria tempestività al fine di evitare che gli isolanti assumano temperature eccessive.

PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

Compito degli SPD (surge protective device / limitatori di sovratensione) è proteggere gli impianti elettrici, informatici, di telecomunicazione e i rispettivi componenti dalle sovratensioni, scaricando a terra le sovratensioni dovute alle correnti di fulmine.

Gli SPD si dividono a seconda della tipologia di corrente di prova (da tipo I ad tipo III) ed in base alla tecnologia costruttiva in:

- spinterometri autoestinguenti (generalmente di tipo I) impiegati per scaricare le correnti di fulmine (provati con impulso tipo 10/350 µs e correnti di alcune centinaia di kA)
- varistori (generalmente di tipo II) che si basano sul principio di formazione di un cortocircuito e successiva estinzione dello stesso mediante resistenza non lineare (provati con impulso 8/20 µs e correnti di qualche decina di kA);
- elettronici, cioè sostanzialmente dei diodi zener con caratteristiche di intervento simili a quelle dei varistori, ma con prestazioni inferiori.

Gli SPD devono essere posti all'ingresso della linea elettrica di alimentazione nella struttura protetta e, se necessario, nei quadri di zona qualora l'installazione ad inizio linea non sia sufficiente ad evitare sovratensioni pericolose.

Inoltre, gli SPD vanno usati come componente dell'LPS (impianto di protezione contro i fulmini) interno, il cui compito è quello di evitare che durante il passaggio della corrente di fulmine si inneschino scariche pericolose all'interno della struttura protetta.

In particolare è necessario evitare delle scariche pericolose tra l'LPS esterno e corpi metallici con notevole estensione lineare, impianti esterni che entrano nella struttura ed impianti interni alla struttura. Si può pertanto ricorrere a:

- collegamenti equipotenziali, realizzati con conduttori equipotenziali o SPD, qualora non sia possibile eseguire direttamente il collegamento mediante conduttori equipotenziali.
- isolamento (non applicabile per corpi metallici esterni o impianti esterni).

L'applicazione dei sopra citati provvedimenti è subordinata alla valutazione del rischio R associato ad una fulminazione e al suo confronto con il rischio accettabile R_a : se $R \leq R_a$, non è necessario prevedere alcuna misura di protezione.

3.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE

Le modifiche all'impianto di distribuzione principale prevedono la sostituzione completa della linea di alimentazione del gruppo frigo a servizio della central termica frigorifera relativa all'edificio Musei Eremitani, mantenendo intatta la tubazione interrata per il passaggio dei nuovi cavi ma sostanzialmente realizzandone una nuova nella parte terminale della linea, in sostituzione a quella esistente.

Nella centrale termica è prevista la sostituzione ed implementazione di alcune elettropompe, mantenendo intatte le tubazioni di distribuzione rete elettrica, ed eventualmente la posa di nuove tubazioni rigide in PVC, installate a vista a soffitto o a parete.

Le linee di alimentazione utilizzate variano a seconda del tipo di distribuzione e nello specifico:

Distribuzione realizzata mediante tubazione interrata: Cavo FG16(O)M16;

Distribuzione realizzata mediante tubazione in PVC: Cavo unipolare FG17.

CONDUTTURE ELETTRICHE

Tutti i cavi impiegati nella realizzazione degli impianti elettrici dovranno essere rispondenti alle norme UNEL e CEI.

In particolare, nella realizzazione degli impianti saranno impiegati i seguenti tipi di cavi:

- cavi con conduttore flessibile in rame, unipolari, isolati in PVC, non propaganti l'incendio (ex CEI 20-22) tipo FG17 - 450/750 V, tensione nominale 450/750V per circuiti di energia posati entro tubazioni;
- cavi con conduttore flessibile in rame, multipolari, isolati in PVC, sotto guaina in PVC, non propaganti l'incendio (CEI 20-22) tipo FROR 450/750V – versione CPR, tensione nominale 450/750V per circuiti di energia posati entro tubazioni o per il collegamento di apparecchiature mobili;
- cavi con conduttori flessibili in rame, unipolari o multipolari, isolati in gomma HEPR ad alto modulo sotto guaina in PVC, non propaganti l'incendio (CEI 20-22) tipo FG16(O)M16 tensione nominale 0,6/1 kV, per circuiti di energia e per comandi o segnalazioni, posati su passerelle, nei sottopavimenti o a vista;
- cavi unipolari o multipolari, isolati con isolamento minerale, resistenti al fuoco (CEI 20-36).

I 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 devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare la colorazione dei conduttori dovrà essere 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 dovranno essere:

- marrone, nero, grigio, per le tre 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. Le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensioni non superi il valore del 4% della tensione a vuoto), devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere 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 mm² per i circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm² 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 mm² 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 mm² per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 2,2 kW;

La sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni degli artt. 522, 524.1, 524.2, 524.3, 543.1.4. delle norme CEI 64-8. I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati fra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35. Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22

Allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si devono adottare sistemi di posa atti a impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38. Qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere, in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi. Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature, secondo le norme CEI 20-38.

Le sezioni identificative e calcolate al programma di calcolo sono racchiuse negli elaborati di progetto.

IMPIANTO FORZA MOTRICE

Saranno realizzate nuove alimentazioni in cavo elettrico FG17, entro tubazioni per posa a vista in materiale PVC rigido staffato a parete/soffitto. Per arrivare alle nuove utenze da alimentare saranno utilizzate scatole di derivazione in materiale PVC di grado di protezione minimo IP55 entro locali tecnici.

Le utenze da alimentare saranno principalmente suddivise in:

- alimentazioni gruppo frigo;
- alimentazione generatori di calore;
- alimentazione elettropompe;
- alimentazione estrattori aria, ventilatori ed serrande motorizzate;
- collegamenti nuovi moduli di regolazione (vedi progetto meccanico);

- spostamento impianti elettrici esistenti per modifiche alla centrale termica/frigorifera

Tutte le alimentazioni sopra citate saranno realizzate secondo potenze elettriche ricavate da schede tecniche dei produttori ma saranno verificate una volta individuate le apparecchiature definitive da installare (marca e modello), controllandone anche sezione di alimentazione e modalità di allaccio.

ADEGUAMENTO IMPIANTI ELETTRICI CENTRALE TERMICA

Qualora durante la sostituzione delle apparecchiature, come elettropompe e/o gruppi frigoriferi, si riscontrino che i cavidotti presenti e/o predisposti siano logori, oppure troppo piccoli per poter inserire le nuove alimentazioni si andranno a sostituire con nuove tubazioni idonee con il minimo della sezione utile di circa 1,3 volte la circonferenza circoscritta del gruppo di cavi utilizzato per il collegamento elettrico.

COLLEGAMENTI ELETTRICI PER IMPIANTO TERMOREGOLAZIONE

Per quanto riguarda l'impianto di termoregolazione di nuova fornitura, i nuovi moduli di gestione e controllo saranno installati entro carpenterie esistenti ove vi sono gli spazi disponibili, mentre per le carpenterie che non potranno ospitare i nuovi moduli, saranno realizzati nuovi centralini da affiancare a quelli esistenti per poter installare le apparecchiature di regolazione. La rete di trasmissione dati esistente sarà implementata anche per le nuove apparecchiature ove non disponibile.

IMPIANTO DI TERRA

Le modifiche all'impianto di terra saranno essenzialmente costituite da:

- collettore o nodo principale
- conduttori equipotenziali

Tutti i quadri elettrici sono collegati all'impianto di terra, e all'interno di ciascuno di essi è presente un collettore di terra al quale vengono collegate le dorsali di protezione delle linee in partenza.

I collettori di terra sono realizzati con una barra di rame pre-forata ed installata su idonei supporti isolanti, e ad essi faranno capo.

I conduttori di terra;

I conduttori di protezione (PE);

I conduttori equipotenziali principali e supplementari (EQP e EQPS);

È prevista la realizzazione di collegamenti equipotenziali di tutte le masse estranee, cioè di tutte le masse metalliche che a causa di un guasto possono entrare in contatto con elementi in tensione.

L'impianto di dispersione è realizzato mediante i ferri delle colonne che andranno collegati all'impianto di terra secondo la norma CEI 11-1 e 11-37, in questo modo diventano dei dispersori di fatto.

All'esterno sono presenti dispersori di terra intenzionali installati entro pozzetti ispezionabili collegati al

collettore principale dei quadri generali di bassa tensione tramite conduttore rispondente alla seguente tabella:

Sezione dei conduttori di fase S (mm²)	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp (mm²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	$S / 2$
$400 < S \leq 800$	200
$S \leq 800$	$S / 4$

I conduttori di terra assicurano il collegamento del nodo equipotenziale di terra con l'impianto di dispersione; sarà realizzato con conduttore in cavo isolato di colore giallo-verde qualità FG17 di sezione non inferiore a 16 mm².

Tutti i collegamenti equipotenziali alle masse estranee delle nuove apparecchiature saranno realizzati a partire dalle dorsali di terra lungo le tubazioni principali con conduttori FG17 di sezione non inferiore a 6 mm². I collegamenti saranno eseguiti in base alla CEI 64/8 Fasc. 5 e CEI 64/12 con la seguente modalità: cavo flessibile di colore giallo-verde in rame isolato in PVC tipo FG17 con sezione minima di 6 mm² per i collegamenti equipotenziali principali e 4 mm² per i collegamenti equipotenziali secondari.

Il conduttore sarà posato come i conduttori di fase e sarà pertanto entro tubo in PVC rigido o flessibile a seconda delle condizioni. Il cavo sarà portato alla più prossima cassetta di derivazione senza giunzioni. In corrispondenza del punto di collegamento se la massa estranea è priva di morsetti di collegamento si useranno morsetti a compressione di tipo adatto.

