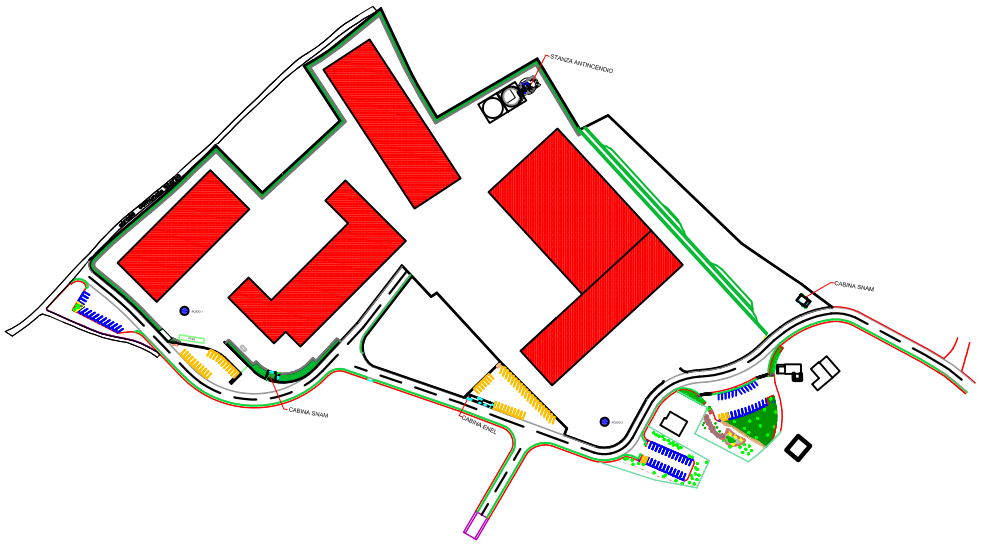
ING. BRUNO CONSOLATO Via Municipio, 113 - Montoro (AV)

COMUNE DI MONTORO

Provincia di Avellino

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE DI UN COMPLESSO INDUSTRIALE NELL'AREA P.I.P. IN LOCALITA' TORCHIATI - CHIUSA 3° LOTTO STRALCIO



Approvazione

Tavola	R 05
Scala	Varie
Data	Dicembre 2015

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI

IL COMMITTENTE
CARTIERA CONFALONE S.p.A.

IL TECNICO
Ing. BRUNO CONSOLATO

RELAZIONE TECNICA

IMPIANTO ELETTRICO

ESTERNI

INDICE

INDICE 1
1 – PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO 4
1.1 - OGGETTO 4
1.2 – ELENCO ELABORATI 4
1.3 – SCOPO E DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO 4
1.3.1 – DISTRIBUZIONE GENERALE DELL'ENERGIA 5
1.4 - DATI DI PROGETTO 5
1.4.1 - CONDIZIONI AMBIENTALI 6
1.5 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO 6
1.5.1 – GENERALITÀ 6
1.5.2 – CAVI ELETTRICI 6
1.5.3 – QUADRI ELETTRICI 6
1.5.3.1 – Quadro Media Tensione 7
1.5.3.2 – Quadro PCC630 ; 7
1.6 – IMPIANTO DI TERRA 7
1. 7 – SISTEMI DI PROTEZIONE 8
1.7.1 – PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI 8
1.9 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 8
1.9.1 – DEFINIZIONE DEGLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 8
1.9.2 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO DI INCENDIO PER LA PRESENZA DI MATERIALE INFIAMMABILE O COMBUSTIBILE IN LAVORAZIONE, CONVOGLIAMENTO, MANIPOLAZIONE E DEPOSITO 8
1.9.3 – PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 10
1.9.4 – PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO PER LA PRESENZA DI MATERIALE INFIAMMABILE 13
2.1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO 14
2.1.1 - LEGGI DI CARATTERE GENERALE 15
2.1.2 – APPARECCHIATURE E COMPONENTI PER BT 15
2.1.3 – SICUREZZA E ANTINFORTUNISTICA 17
2.1.4 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO MT 18
2.2 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO 19
2.2.1 – GENERALITÀ 19
2.2.2 – CONDUTTURE ELETTRICHE 19
2.2.2.1 – Tipologia dei Cavi 20
2.2.3 – QUADRI ELETTRICI 22
2.2.4 – CANALIZZAZIONI 24
2.2.5 – GIUNZIONI 25

2.2.6 – CASSETTE DI DERIVAZIONE 26
2.3 – IMPIANTO DI TERRA 26
2.3.1 – COLLETTORI (O NODI) PRINCIPALI DI TERRA 26
2.3.2 – DISPERSORE DI TERRA 27
2.3.3 – CONDUTTORI DI TERRA 27
2.3.4 – CONDUTTORI DI PROTEZIONE 28
2.3.5 – CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI 28
2.4 – SISTEMI DI PROTEZIONE 29
2.4.1 – PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI 29
2.4.2 – PROTEZIONE COMBINATA DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI 29
2.4.2.1 – Prescrizioni Comuni per i circuiti SELV e PELV 29
2.4.2.2 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti SELV 30
2.4.2.3 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti PELV 31
2.4.2.4 – Circuiti FELV 31
2.4.3 – PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI 32
2.4.3.1 – Protezione dai contatti indiretti sotto UPS 34
2.5– PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI 35
2.5.1 – PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO 35
2.5.2 – PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO 36
2.5.2.1 - Verifica alle correnti massime di cortocircuito 36
2.5.2.2 – Verifica alle correnti minime di cortocircuito 37
2.5.2.3 - Verifica del potere di interruzione 39
2.5.3 – VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE 40
2.6 – CONCLUSIONE 41

1 – PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO

1.1 - OGGETTO

Il presente progetto riguarda la realizzazione degli impianti elettrici esterni di illuminazione e di forza motrice e ditribuzione dell'energia elettrica a servizio del nuovo insediamento industriale, per la produzione di carta tissue, sito a Montoro in Provincia di Avellino.

1.2 – ELENCO ELABORATI

Il seguente progetto si compone della presente relazione tecnica Dis.n° ST16045100 e dei seguenti allegati:

- Layout distribuzione impianti elettrici esterni Dis. n° ST1604521;
- Layout distribuzione impianti elettrici cabina di consegna ENEL Dis. n° ST1604512;

Fanno parte del presente progetto anche le relazioni tecniche dei singoli fabbricati ed i relativi allegati grafici:

- Relazione Tecnica Cartiera Dis. n° ST16045200;
- Relazione Tecnica Baie di Carico Dis. n° ST16045300;
- Relazione Tecnica Magazzino Bobine Dis. n° ST16045400;
- Relazione Tecnica Magazzino Cellulosa Dis. n° ST16045500;
- Relazione Tecnica Magazzino Uffici Dis. n° ST16045600;

1.3 – SCOPO E DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Lo scopo del presente progetto è quello di definire i criteri di installazione delle diverse parti di impianto, di calcolare tutte le grandezze elettriche al fine di ottenere un corretto dimensionamento di esse e di fornire delle specifiche tecniche al fine di scegliere del materiale conforme alla normativa vigente in materia di sicurezza elettrica.

La realizzazione dell'impianto elettrico in oggetto prevede, per sommi capi, quanto segue:

- Realizzazione della Cabina di consegna ENEL, composta da vano ENEL, Vano Misure e Vano Utente,
- Realizzazione del Quadro MT di consegna e delle celle di partenza per l'alimentazione di tutte le utenze di media tensione a servizio dello stabilimento.

- Installazione di trasformatore MT/BT da 630kVA 0,4/20kV a servizio del magazzino automatico, delle baie di carico e degli uffici.
- Realizzazione del quadro “PCC630” Alimentato dal trasformatore da 630kVA;
- Realizzazione di tutte le linee MT in partenza dalla cabina a tutto lo stabilimento, con tutte le rispettive vie cavi;
- Realizzazione di tutte le linee in partenza dal quadro PCC630, con tutte le rispettive vie cavi;
- Realizzazione dell’impianto elettrico di illuminazione ordinaria e di emergenza della cabina;
- Realizzazione delle vie cavi per la distribuzione degli impianti all’intero insediamento industriale;
- Realizzazione dell’impianto di terra della Cabina MT/BT di consegna ENEL.
- Realizzazione dell’impianto elettrico di Forza motrice in cabina;
- Realizzazione dell’illuminazione esterna per tutto il nuovo insediamento industriale.
- Realizzazione dell’ impianto di videoserveglianza;

1.3.1 – Distribuzione Generale dell’Energia

L’insediamento industriale è alimentato in media tensione a 20kV , la ricezione della fornitura avviene nella cabina ENEL ai margini della proprietà.

Dalla cabina di consegna si alimenta in media tensione il quadro di di distribuzione MT che a sua volta alimenta la cabina cartiera ed il trasformatore da 630kVA a servizio del magazzino automatico, delle baie di carico e degli uffici.

1.4 - DATI DI PROGETTO

Il limite di batteria del presente progetto è rappresentato:

- Dalla cella di media tensione dell’ente fornitore dell’energia elettrica posta nel vano ENEL della cabina ENEL.

L’impianto in oggetto è alimentato in media tensione a 20kV ; i dati di progetto dell’impianto in oggetto risultano:

- Tensione di alimentazione : 20 kV;
- Massimo impegno di potenza : 6 MW;
- Corrente di cortocircuito presunta, al limite di batteria dell’impianto: pari a 16 kA (Valore in MT);

- Modo di collegamento a terra : TN-S;
- Classificazione dell'ambiente in cui si sviluppa l'impianto : ambiente ordinario e ambiente a maggior rischio in caso di incendio.

1.4.1 - Condizioni ambientali

- altitudine : non superiore a 1000 m s.l.m.
- temperatura : min - 15 °C, max. + 40 °C
- umidità : 20 ÷ 90 %
- servizio : interno / esterno

1.5 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

1.5.1 – Generalità

Negli elaborati allegati alla presente relazione tecnica è indicata la distribuzione planimetrica delle apparecchiature degli impianti elettrici e le loro principali
caratteristiche.

1.5.2 – Cavi Elettrici

I cavi elettrici da utilizzare nell'impianto dovranno essere conformi alle norme CEI/UNEL e risulteranno delle seguenti tipologie:

- FG7OR 0.6 / 1 kV;
- N07V-K 450/750V;
- FROR 450/750V;
- FTG10(O)M1 0.6 / 1 kV;
- RG7H1M1 12/20 kV.

1.5.3 – Quadri Elettrici

I quadri elettrici dell'impianto dovranno essere realizzati in conformità delle norme tecniche vigenti che regola la costruzione ed il collaudo delle apparecchiature assiemate di comando e di protezione dei circuiti in bassa tensione.

Inoltre i quadri elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI".

1.5.3.1 – Quadro Media Tensione

Il quadro di Media tensione verrà installato nella cabina ENEL risponderà alle seguenti specifiche tecniche:

- Involucro : armadio in lamiera di acciaio;
- Grado di protezione: IP 2X;
- Corrente nominale : 630A;
- Valore corrente di cortocircuito di progetto : 16 kA (Valore in MT)
- Collettore di terra: barra di terra, collegato all'anello di terra di stabilimento.

1.5.3.2 – Quadro PCC630 ;

Il quadro PCC630 verrà installato all'interno della cabina ENEL nel locale utente e risponderà alle seguenti specifiche tecniche:

- Involucro : armadio in lamiera di acciaio;
- Grado di protezione: IP 40;
- Corrente nominale : 1000A;
- Valore corrente di cortocircuito di progetto : 60 kA (Valore in BT);
- Collettore di terra: barra di terra 1x50x5 cm, collegato all'anello di terra di stabilimento..

1.6 – IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra generale sarà costituito da un dispersore di terra distribuito lungo tutto il perimetro della superficie dell'attività (anello di fabbricato), composto da un anello di corda nuda di rame che interconnette picchetti infissi nel terreno ed i ferri di armatura dei vari fabbricati. L'impianto di terra verrà connesso all'impianto di terra delle cabine, in modo da formare un unico dispersore generale.

Per la nuova cabina di trasformazione MT ENEL verrà realizzato un dispersore di terra, composto da un anello di corda nuda di rame che interconnette quattro picchetti infissi nel terreno, agli angoli del fabbricato della cabina ; il dispersore di cabina verrà interconnesso all'anello di fabbricato alle due estremità, in modo da formare un unico dispersore generale.

Nel locale trasformatore della cabina verrà realizzato un collettore di terra mediante piatto di rame per la connessione del centro stella del trasformatore e le masse metalliche.

Nel locale bassa tensione della cabina verrà realizzato un collettore di terra mediante piatto di rame per la connessione delle masse metalliche.

I due collettori saranno collegati tra loro e collegati all'anello di cabina mediante corda nuda di rame.

1. 7 – SISTEMI DI PROTEZIONE

La protezione dai contatti diretti nel presente impianto sarà realizzata secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI" .

1.7.1 – Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti nel presente impianto sarà realizzata secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI".

Per le utenze che risulteranno protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori differenziali, assumeremo quale corrente di intervento del dispositivo di protezione, la corrente differenziale, pari a $I_{\Delta n}$ = 0.3 / 0.03 A.

1.9 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO

1.9.1 – Definizione degli ambienti a maggior rischio in caso di incendio

Il rischio relativo all'incendio dipende dalla probabilità che l'incendio stesso si verifichi e dalla entità del danno conseguente per persone animali e cose.

L'individuazione degli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, dipende da molteplici fattori; ai fini però della individuazione delle caratteristiche dell'impianto elettrico, tali ambienti possono essere raggruppati in tre gruppi fondamentali:

[01] Ambienti a maggior rischio di incendio per l'elevata densità di affollamento e per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali o cose;

[02] Ambienti a maggior rischio di incendio in quanto aventi strutture combustibili;

[03] Ambienti a maggior rischio di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione e deposito, qualora non risultino compresi tra quelli del gruppo [1].

1.9.2 – Ambienti a maggior rischio di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione e deposito

Gli ambienti oggetto del presente paragrafo sono quelli nei quali avviene la lavorazione, il convogliamento, la manipolazione o il deposito dei materiali infiammabili o combustibili, quando la classe del compartimento antincendio è considerato pari o superiore a 30.

I materiali considerati risultano:

- Materiali, sia allo stato di fibre o di trucioli o di granulari sia allo stato di aggregati, per i quali in pratica non viene considerata una temperatura di infiammabilità;
- Materiali aventi temperatura di infiammabilità superiore a 40 °C o alla massima temperatura ambiente e non soggetti a lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito con modalità tali da consentire loro il contatto con l'aria ambiente a temperature uguali o superiori a quella di infiammabilità.

Per la valutazione della classe di un compartimento antincendio nel quale avviene la lavorazione, il convogliamento, la manipolazione o il deposito dei materiali infiammabili o combustibili, si procede come segue:

- Si valutano i quantitativi massimi di materiali combustibili o infiammabili contemporaneamente presenti durante il regolare svolgimento della attività prevista all'interno del compartimento;
- Se il compartimento considerato è collegato ad altri compartimenti antincendio per mezzo di organi di collegamento (tubazioni, nastri trasportatori, ecc.), i quali durante il regolare svolgimento delle attività provvedono al trasporto di materiali infiammabili e combustibili, in aggiunta ai quantitativi del punto precedente, devono essere considerati i quantitativi che possono essere immessi nel compartimento nel tempo **t,** decorrente tra l'inizio di un eventuale incendio e l'intercettazione degli organi di convogliamento; se il tempo t non può essere determinato altrimenti, devono essere utilizzati i seguenti valori:
    - 10 secondi, per il caso di organi di intercettazione comandati automaticamente da dispositivi rivelatori;
    - 15 minuti, per il caso di organi di intercettazione comandati a mano da un posto costantemente presidiato durante i periodi nei quali le installazioni elettriche sono in tensione;
    - 90 minuti, per il caso di attività solamente sottoposte ad una generica sorveglianza;
    - 8 ore, per il caso di attività non presidiate.

Ai fini del presente progetto sono da classificare come ambienti a maggior rischio in caso di incendio i seguenti locali:

- Magazzino.

1.9.3 – Prescrizioni particolari per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio

Negli ambienti classificati come a maggior rischio in caso di incendio, gli impianti elettrici devono soddisfare le seguenti prescrizioni generali:

[01] I componenti dell'impianto elettrico devono essere limitati a quelli strettamente necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare.

[02] Nel sistema di vie di uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili; i condensatori ausiliari incorporati in apparecchi non sono soggetti a questa prescrizione.

[03] Negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra controllo e protezione, fatti salvi quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo.

[04] I componenti elettrici installati in vista, a parete o a soffitto, non disciplinati da normative specifiche, devono essere di materiale resistente alle prove previste dalle normative, assumendo per la prova del filo incandescente 650 °C (anziché 550 °C).

[05] Gli apparecchi di illuminazione devono essere mantenuti ad una adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili; in particolare per i faretti ed i proiettori tale distanza deve essere :

- Fino a 100 W : 0,5 m.;
- Da 100 a 300 W: 0,8 m.;
- Da 300 a 500 W: 1 m..

Le lampade e le altre parti componenti degli apparecchi di illuminazione devono essere protette contro le prevedibili sollecitazioni meccaniche; tali mezzi di protezione non devono essere fissati sul portalampade a meno che non siano parte integrante dell'apparecchio di illuminazione.

Gli involucri di apparecchi elettrotermici, quali ad esempio riscaldatori, resistori, ecc. non devono raggiungere temperature più elevate di quelle relative agli apparecchi di illuminazione; questi apparecchi devono essere per costruzione o per installazione realizzati in modo da impedire qualsiasi accumulo di materiale che possa influenzare negativamente la dissipazione del calore.

[06] E' vietato l'uso di conduttori PEN, fatte salve le condutture che attraversano il luogo a maggior rischio in caso di incendio.

[07] Le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e, preferibilmente, non devono essere a portata di mano; se altrimenti sono a portata di mano, devono essere poste dentro involucri o barriere che non creino intralcio al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione.

[08] I conduttori dei circuiti in corrente alternata devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo a tal fine è sufficiente che tutti i conduttori facenti parte dello stesso circuito siano raggruppati in una stessa conduttura.

[09] Le condutture, ivi comprese quelle che transitano soltanto dall'ambiente, devono essere realizzate in uno dei seguenti modi:

9.1 <u>Modo A</u>

- Condutture di qualsiasi tipo annegate in strutture non combustibili;
- Condutture realizzate mediante cavi contenuti in tubi o canali metallici o non metallici, purché non combustibili, con grado di protezione almeno IP4X; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi e dai canali stessi, purchè idonei allo scopo;
- Condutture realizzate mediante cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione, sprovvisti all'esterno di guaina non metallica;

9.2 <u>Modo B</u>

- Condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico;
- Condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione;
- Condutture realizzate mediante cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione, sprovvisti all'esterno di guaina non metallica;

9.3 <u>Modo C</u>

- Condutture diverse da quelle precedentemente elencate ai capoversi 9.1 Modo A e 9.2 Modo B, realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione;

- Condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari, sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canali metallici senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai canali stessi, o da un conduttore, nudo oppure isolato, contenuto in ciascuna di esse;
- Condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari, sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o involucri non metallici, chiusi e con grado di protezione almeno IP4X, realizzati in materiale resistente alle prove previste dalla normativa, assumendo per la prova del filo incandescente 850 °C (anziché 650 °C) qualora non soggetti a normativa specifica e installati in vista (non incassati);
- Binari elettrificati e condotti sbarre;

[10] Le condutture che attraversano l'ambiente ma non sono destinate alla alimentazione elettrica di utenze al suo interno, non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno dell'ambiente, a meno che le connessioni non siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco definita nella relativa norma di prodotto.

Le condutture che alimentano o attraversano l'ambiente devono essere protette contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti tra l'origine dei circuiti e l'ambiente.

Le condutture che hanno origine all'interno dell'ambiente devono essere protette contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti all'origine dei circuiti stessi.

La protezione delle condutture descritte ai capoversi 9.1 Modo A e 9.2 Modo B non richiede particolari prescrizioni.

I circuiti terminali singoli o raggruppati delle condutture descritte al capoversi 9.3 Modo C, ad esclusione dei circuiti di sicurezza, a meno che non siano racchiusi in involucri con grado di protezione almeno IP4X e con la sola eccezione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore, devono essere ulteriormente protetti in uno dei modi seguenti:

- Nei sistemi TT e TN con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale di intervento non superiore a 300 mA, anche ad intervento ritardato; quando i guasti resistivi possono innescare un incendio (ad esempio riscaldamento a soffitto con elementi a

pellicola riscaldante), la corrente differenziale deve essere pari a 30 mA;

- Nei sistemi IT con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca l'apertura automatica del circuito quando si manifesta un decadimento dell'isolamento; per particolari necessità di continuità di servizio, il dispositivo può azionare un allarme ottico ed acustico anziché aprire il circuito.

[11] Le condutture descritte ai capoversi 9.2 Modo B e 9.3 Modo C la propagazione dell'incendio deve essere evitata come segue:

- Utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" (CEI 20-35) quando sono installati individualmente o sono distanziati tra loro di almeno 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso oppure sono installati in tubo o canale con grado di protezione IP4X;
- Utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" (CEI 20-22) ;
- Adottando sbarramenti, barriere tagliafiamma e/o altri provvedimenti equipollenti;

[12] Devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio; le barriere devono avere requisiti di resistenza al fuoco almeno pari a quelli richiesti per gli elementi di costruzione del solaio o parete su cui sono installate.

1.9.4 – Prescrizioni aggiuntive per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio per la presenza di materiale infiammabile

Negli ambienti classificati come a maggior rischio in caso di incendio, a causa della presenza di materiale infiammabile, gli impianti elettrici devono soddisfare le seguenti ulteriori prescrizioni particolari:

[13] tutti i componenti dell'impianto, ad eccezione delle condutture, gli apparecchi di illuminazione ed i motori, devono essere posti dentro involucri con grado di protezione almeno IP4X;

[14] i componenti elettrici devono essere ubicati o protetti in modo da non essere soggetti allo stillicidio di eventuali combustibili liquidi;

[15] quando si prevede che si possa accumulare polvere sugli involucri di componenti dell'impianto in quantità sufficiente a causare un rischio di incendio, devono essere presi adeguati provvedimenti per impedire che questi involucri raggiungano temperature eccessive;

[16] i motori che sono comandati automaticamente o a distanza e che non sono sotto continua sorveglianza, devono essere protetti contro le

temperature eccessive mediante un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi con ripristino manuale o mediante un equivalente dispositivo di protezione contro i sovraccarichi; i motori con avviamento stella triangolo, non provvisti del cambio automatico della connessione da stella a triangolo, devono essere protetti contro le temperature eccessive anche nella connessione a stella;

[17] se nell'ambiente, può esserci rischio di incendio dovuto a polvere o fibre, gli apparecchi di illuminazione devono essere costruiti in modo che, in caso di guasto, sulla loro superficie, si presenti solo una temperatura limitata e che polvere e/o fibre non possano accumularvisi in quantità pericolose;

[18] gli apparecchi di accumulo del calore devono essere del tipo che impedisca l'accensione, da parte del nucleo riscaldante, della polvere e/o delle fibre combustibili.

Le prescrizioni elencate sono da applicare generalmente a tutto l'ambiente considerato; nei casi particolari nei quali il volume del materiale combustibile sia ben definito, prevedibile e controllato, la zona entro la quale gli impianti elettrici devono soddisfare le prescrizioni sopra elencate può essere delimitata dalla distanza dal volume del materiale combustibile oltre la quale le temperature superficiali, gli archi e le scintille che possono prodursi sia nel funzionamento ordinario che in casi di guasto, non possono più innescare l'accensione del materiale combustibile stesso.

In mancanza di elementi precisi di valutazione delle caratteristiche del materiale infiammabile o combustibile e del comportamento in caso di guasto dei componenti elettrici, si devono assumere distanze non inferiori alle seguenti:

- 1,5 m. in orizzontale, in tutte le direzioni e comunque non oltre le pareti che delimitano il locale e relativa aperture provviste di serramenti;
- 1,5 m. in verticale, verso il basso e comunque non al di sotto del pavimento;
- 3 m. in verticale, verso l'alto e comunque non al di sopra del soffitto.

2 – PRESCRIZIONI GENERALI

2.1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente progetto è realizzato in conformità alle seguenti norme e disposizioni di carattere generale:

- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) per gli impianti elettrici;

- Prescrizioni e raccomandazioni della società fornitrice energia elettrica (ENEL);
- Prescrizioni e raccomandazioni del Comando provinciale dei vigili del fuoco;
- Leggi e decreti dello Stato Italiano

2.1.1 - Leggi di carattere generale

- LEGGE 1 marzo 1968, n° 186
  "*Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici*".

- D. Lgs. 9 aprile 2008 n.81
  "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

- D. Lgs. 3 agosto 2009 n.106
  "Disposizioni Integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81,in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

- DLgs 19 marzo 1996, n° 242
  "*Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n° 626*

- DPR 462/2001
  "*Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti pericolosi.*

- DM 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*".

2.1.2 – Apparecchiature e componenti per bt

<u>Quadri e interruttori</u>

- DPR 27 aprile 1955, n° 547 -
  - Art. 287 - quadri di distribuzione e di manovra -

- Art. 288 - interruttore generale
- Art. 290 - interruttori elettrici e simili

- CEI EN 60947-1/A2 – CEI 17-44 Apparecchiature a bassa tensione
- CEI EN 60947-2 CEI 17-5 Apparecchiature a bassa tensione
  Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 61439-1 prestazioni obbligatorie valide per tutti i tipi di quadro elettrico per bassa tensione;
- CEI EN 61439-2 normativa relativa ai quadri di potenza;
- CEI EN 61439-3 normativa relativa ai quadri di distribuzione finale;
- CEI EN 61439-4 normativa relativa ai quadri per cantieri;
- CEI EN 61439-5 normativa relativa ai quadri di distribuzione di potenza;
- CEI EN 61439-6 normativa relativa ai quadri per sistemi di sbarre.
- CEI EN 50274 CEI 17-82 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione - Protezione contro le scosse elettriche Protezione dal contatto diretto accidentale con parti attive pericolose
- CEI EN 60898-1 CEI 23-3/1 - CEI EN 60898-2 CEI 23-3/2 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
-

Prese a spina

- DPR 27 aprile 1955, n° 547 – Artt. 309 - 314 - macchine ed apparecchi elettrici mobili e portatili
- CEI EN 23-124;V1 Spine e prese per usi domestici e similari
- CEI EN 60309-1/A1/EC - CEI 23-12/1;EC1 - prese a spina per usi industriali Spine e prese per uso industriale Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 60309-2/A2 - CEI23-12/2;V3 Spine e prese per uso industriale Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici
- CEI EN 60309-4/A1 - CEI 23-12/4;V1 Spine e prese per uso industriale Parte 4: Prese fisse e mobili con interruttore, con e senza dispositivo d'interblocco
- CEI 23-122 - Spine e prese per usi domestici e similari
  Parte 2-3: Prescrizioni particolari per prese con interruttore senza dispositivo di interblocco per installazioni fisse
- CEI 23-123 - Spine e prese per usi domestici e similari
  Parte 2-6: Prescrizioni particolari per prese con interruttore con dispositivo di interblocco per installazioni fisse

Cassette di Giunzione

- CEI EN 60998-1 - 23-20 - Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari

Tubi e canali portacavi

- CEI EN 61537 - CEI 23-76 Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini
- CEI EN 50085-2-1/A1 – CEI 23-93;V1 Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche
- CEI EN 61386 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche

Cavi e conduttori elettrici

- CEI 20-20 - cavi isolati con polivinilclururo con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 20-21/1 - calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1, in regime permanente. (fattore di carico 100 %)
- CEI 20-24/ab - giunzioni e terminazioni per cavi di energia - fasc. 550
- CEI 20-33/ab - giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione Uo / U non superiore a 600 / 1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua
- CEI 64.8/5 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. – Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Illuminazione

- UNI EN 12464-1 Illuminazione dei luoghi di lavoro – Parte 1 Luoghi di lavoro interni

2.1.3 – Sicurezza e antinfortunistica

Sicurezza e antinfortunistica

Gli impianti elettrici sono stati realizzati rispettando le prescrizioni delle norme impiantistiche, per quanto riguarda sicurezza e antinfortunistica delle persone:

- DPR 27 aprile 1955, n° 547
- DLgs 19 marzo 1996, n° 242
- DLgs. 9 aprile 2008 n° 81

Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza - fasc. 1919

Protezione contro gli effetti termici

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione delle condutture contro le sovracorrenti di sovraccarico e Cortocircuito

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione contro le sovratensioni

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione contro le tensioni di contatto e impianto di terra

- CEI EN 61936-1 - CEI 99-2 - impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata.
- CEI EN 505221 - CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1 kV c.a.
- CEI 64.8/5 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Calcolo delle correnti di corto circuito

- CEI EN 60909-0 – CEI 11-25 Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata

Norme Connessione Utenti Attivi

- CEI 0-21 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica

2.1.4 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO MT

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

- CEI EN 505221 - CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1 kV c.a.
- CEI 0-16 – CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI EN 62271 – CEI 17-100 Apparecchiatura ad alta tensione

Norme Connessione Utenti Attivi

- CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

2.2 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

2.2.1 – Generalità

Negli schemi allegati alla presente relazione tecnica è indicata la distribuzione planimetrica delle apparecchiature degli impianti elettrici e le loro principali caratteristiche.

Nella scelta dei materiali non univocamente specificati negli elaborati, si prescrive che:

- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono essere tali da resistere alle sollecitazioni di tipo meccanico, chimico, termico o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante il loro esercizio;
- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici dovranno rispondere alle caratteristiche nominali del circuito in cui verranno installate in termini di potenza, tensione, portata di corrente e frequenza;
- tutti i materiali per l'esecuzione delle opere previste, dall'oggetto della presente relazione devono avere caratteristiche tali da rispondere totalmente alle relative norme CEI ed alle tabelle CEI – UNEL attualmente in vigore.

2.2.2 – Condutture Elettriche

Le condutture elettriche dovranno essere realizzate in modo tale da adempiere alle seguenti prescrizioni.

Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione

In base alle norme specifiche avremo:

- il colore giallo/verde per i conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali
- il colore blu chiaro per i conduttori di neutro
- i colori marrone, grigio, nero ecc. per gli altri conduttori

Sezioni minime dei conduttori di fase

Per cavi realizzati in rame, nel caso d'installazioni fisse:

- circuiti di utilizzazione luce 1,5 mmq.;
- circuiti di utilizzazione F.M. 2,5 mmq.
- circuiti di comando $S \geq 0.5$ mmq. (0.1 mmq. apparecchiature elettroniche)

Sezioni minime dei conduttori di protezione

Tra sezione del conduttore di fase S (mmq.) e sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp (mmq.) deve sussistere la seguente relazione:

- se $S \leq 16$ $\Rightarrow$ $Sp = S$
- se $16 < S \leq 35$ $\Rightarrow$ $Sp = 16$
- se $S > 35$ $\Rightarrow$ $Sp = S / 2$

2.2.2.1 – Tipologia dei Cavi

I cavi elettrici da utilizzare nell'impianto devono essere conformi alle norme CEI/UNEL indicate.

In particolare per questa tipologia di impianto sono da utilizzare cavi antifiamma del tipo:

- FG7OR 0.6 / 1 kV, CEI 20 – 13
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in gomma HEPR ad alto modulo, con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (CEI 20-11 e CEI 20-34); guaina in PVC di qualità Rz, colore grigio; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali; adatti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari; possono essere direttamente interrati.
- N07V-K 450/750V, CEI 20 - 20
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità R2;. adatti per installazione fissa e protetta su o entro apparecchi di illuminazione, all'interno di apparecchiature di interruzione e di comando, per tensioni sino a 1000 V in corrente alternata o 750 V in corrente continua;
- FROR 450/750V, CEI 20 – 14

Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità TI2; guaina in PVC di qualità TI2, colore grigio chiaro; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali; adatti per posa fissa all'interno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari.

- FG7OH2R 0.6 / 1 kV CEI 20 – 13
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso flessibile in classe 5; isolamento in gomma HEPR ad alto modulo, con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (CEI 20-11 e CEI 20-34); schermatura a treccia di capillari di rame rosso elettrolitico; guaina in PVC di qualità Rz,colore grigio; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali ed apparecchiature dove si necessita una particolare protezione da disturbi statici, magnetici; adatti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari
- FR2OH2R 450/750V, CEI 20 – 14
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità R2, colore grigio; schermatura con treccia di rame rosso; guaina in PVC di qualità RZ, colore grigio; cavo con particolari caratteristiche di protezione da interferenze elettrostatiche ed elettromagnetiche, adatti per trasmettere segnali elettrici di comando protetti da interferenze e disturbi esterni; adatti anche per l'alimentazione di valvole, attivazione di circuiti di allarme o blocco relè, e similari; adatti per posa fissa all'interno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari;
- FTG10(O)M1 0.6 / 1 kV CEI 20-45, CEI 20–37, CEI 20–36
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; barriera antifuoco in mica; isolamento con mescola elastomerica G10; riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico; guaina termoplastica speciale tipo M1; adatti 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; adatti per installazione nei luoghi nei quali in caso di incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e nelle quali si vogliano evitare danni le strutture, alle apparecchiature, ai beni comunque presenti od esposti; adatti per alimentazione di uscite di sicurezza, segnalatori di fumi o gas, scale mobili; adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.
- CAVO TELEFONICO TR/R – TR/HR , CEI 46 – 5
  Conduttore a filo unico di rame stagnato; isolamento in PVC; schermatura con nastro di alluminio accoppiato (solo per versione TR/HR); guaina In PVC, colore grigio; per le loro caratteristiche di elevata autoestinguenza e

ridotta corrosività, sono adatti per impianti di distribuzione all'interno di edifici civili o industriali.

- CAVO DATI UTP 6 , IEC 61156 - EN 50288-6 ,IEC 11801 2nd Ed. - EN 50173 2nd Ed.,EIA/TIA 568 B.2.1
  Cavo realizzato con 4 coppie di conduttori 23 AWG in rame rosso monofilare, con isolamento in polietilene; conduttori delle coppie incollati, con separatore centrale a crociera flessibile; guaina: in PVC oppure in halogen free, colore grigio o blu; adatto per cablaggio strutturato cat.6.
- CAVO DATI FTP 6 , IEC 61156 - EN 50288-6 ,IEC 11801 2nd Ed. - EN 50173 2nd Ed.,EIA/TIA 568 B.2.1
  Cavo realizzato con 4 coppie di conduttori 23 AWG in rame rosso monofilare, isolati in polietilene, con separatore centrale flessibile; schermatura con foglio alluminio/poliestere con piega di corto circuito, filo di continuità 26 AWG in rame stagnato; guaina in PVC oppure in halogen free, colore grigio o blu; adatto per cablaggio strutturato cat.6.
- CAVO TV
  Conduttore a filo unico di rame rosso ricotto o stagnato; isolamento In polietilene espanso; schermatura con combinazione di nastri accoppiati alluminio/poliestere con treccia di rame rosso o stagnato; guaina in PVC di qualita Rz; adatti per la trasmissione di segnali televisivi negli impianti di discesa d'antenna personali e centralizzati, per ricezione TV terrestre o via satellite
- CAVO IMPIANTI ALLARME
  Conduttore in rame rosso flessibile in classe 5, isolamento in mescola di PVC tipo R2 antifiamma a norme CEI 20-22 II,CEI 20-37/1;conduttori cordati
  tra loro;schermatura globale a nastro di alluminio/poliestere con conduttore di continuità in rame rosso guaina in mescola di PVC di tipo Rz antifiamma a norme CEI 20-22 II, CEI 20-37/1 di colore blu; Cavo schermato per impianti di allarme, antifurto ed antincendio.

2.2.3 – Quadri Elettrici

I quadri dovranno essere realizzati in conformità delle norme CEI 17-13(EN 60 439-1) che regola la costruzione ed il collaudo delle apparecchiature assiemate di comando e di protezione dei circuiti in bassa tensione (AS e ANS).

Se richiesto, saranno dotati di strumenti di misura da incasso e/o di spie luminose.

Tutte le linee dei circuiti in partenza dai quadri saranno protette da interruttori automatici muniti di relè magnetici per i corto circuiti e relè termici per i sovraccarichi, debitamente dimensionati, i primi in funzione delle correnti di cortocircuito che possono presentarsi sulla linea da proteggere, i secondi in funzione della corrente massima ammissibile (come da normativa CEI) per la linea da proteggere.

A protezione contro i contatti indiretti e in coordinamento con l'impianto di messa a terra, le linee in partenza dai quadri di distribuzione saranno protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori a relè differenziale.

In generale le apparecchiature saranno del tipo modulare ed avranno le connessioni accessibili per il montaggio e la manutenzio ne con la rimozione dei pannelli anteriori, fissati con viti o mobili su cerniere.

I quadri saranno dotati di adeguati interruttori di riserva, nonché di spazio sufficiente per aggiunte di ulteriori interruttori; il margine di spazio libero dovrà essere non inferiore al 30%.

All'interno, i quadri dovranno essere dotati di pannelli frontali incernierati con chiusura a mezzo viti, opportunamente finestrati per l'azionamento delle apparecchiature; queste ultime dovranno essere dotate di targhette pantografate per l'identificazione delle utenze.

Se prescritto, i quadri dovranno essere dotati anche di pannelli di segregazione interna per la separazione tra i vari sistemi dell'impianto.

La distribuzione interna per i quadri sarà realizzata tramite barre collettrici opportunamente identificate e le derivazioni da dette barre dovranno essere realizzate tramite conduttori antifiamma N07V/K in canaline in P.V.C. autoestinguente, complete di setti divisori ove necessario oppure tramite le apposite barre di derivazione fornite dai costruttori.

Le sezioni dei conduttori di cablaggio impiegati dovranno essere correlate con le tarature dei relativi interruttori.

Ogni connessione sarà eseguita con capicorda terminali e viti.

Dovranno essere eseguiti tutti i necessari contrassegni d'identificazione dei conduttori e dei morsetti.

I collegamenti tra gli interruttori delle varie sezioni dovranno essere realizzati con pettini di distribuzione di opportuna portata.

I cablaggi interni dovranno essere realizzati in modo da rendere minimo il numero degli incroci tra conduttori e dei ponticelli tra interruttore ed interruttore.

I quadri, le apparecchiature e le connessioni saranno dimensionate per reggere le sollecitazioni elettrodinamiche di corto circuito prevedibili in base alla struttura dell'impianto.

Gli involucri dei quadri dovranno essere in grado di dissipare una potenza non inferiore a quella totale dissipata dai dispositivi interni, al fine di mantenere la temperatura nel range che garantisce l'idoneo funzionamento dei dispositivi stessi.

Il calcolo della potenza totale dissipata dai dispositivi interne sarà effettuato sommando le potenze dissipate da ogni singolo dispositivo, così determinabili:

- per i dispositivi di manovra e comando, la potenza dissipata dal dispositivo si determina moltiplicando la potenza dissipata da ciascun polo (indicata dal costruttore), per il numero dei poli, per il fattore di contemporaneità K (calcolato come il rapporto tra la corrente di impiego dell'utenza $\mathbf{I_b}$ e la corrente nominale del dispositivo $\mathbf{I_n}$)
- per i dispositivi ausiliari (lampade, trasformatori, ecc.) il costruttore indica direttamente la potenza dissipata.

La potenza dissipata dall'involucro può essere determinata in base alle indicazioni del costruttore, il quale ne fornisce direttamente il valore oppure fornisce la metodologia di calcolo della stessa.

Ciascun quadro sarà dotato di un proprio collettore di terra da collegare con l'impianto di terra esistente e dal quale si deriveranno tutti i conduttori di protezione in partenza delle linee di distribuzione ed ogni quant'altro non garantisca una perfetta continuità elettrica.

Per ogni quadro, infine, sarà predisposto uno schema unifilare formato UNI con l'indicazione di tutte le caratteristiche delle apparecchiature, la taratura dei relè e dei fusibili, i riferimenti alle morsettiere numerate ed ogni altra indicazione per rendere facile e chiaro il controllo delle connessioni e l'eventuale sostituzione di qualsivoglia apparecchiatura; ogni quadro dovrà avere una tasca per il contenimento dello schema elettrico; tale tasca sarà situata sulla faccia interna dello sportello.

Il posizionamento dei quadri e la loro composizione risultano dai relativi elaborati di progetto.

2.2.4 – Canalizzazioni

Le modalità di posa delle condutture devono essere in accordo con la tabella 52A della Norma CEI 64-8/5 che tiene conto delle caratteristiche dei cavi utilizzati.

Le vie cavi sotto traccia in muratura, saranno da realizzare mediante tubo realizzato in PVC spiralato, autoestinguente secondo la norma CEI 23-14, con grado di protezione IP 65 e raccordi di tipo Universale, temperatura d'esercizio da –10° C a + 70° C.

I canali portacavi da posare tipo battiscopa sono da realizzare in materiale, autoestinguente secondo la norma CEI 23-19. Grado di protezione IP 40 con raccordi di tipo Universale, temperatura d'esercizio da –10° C a + 60° C

Le vie cavi esterne saranno da realizzare in passerella metallica in lamiera di acciaio zincato a caldo tipo sendzimir oppure in tubo rigido di acciaio zincato tipo taz, con derivazione finale verso l'utenza da realizzare in tubo rigido di acciaio zincato tipo taz, o in guaina PVC liscio autoestinguente o in guaina spiralata metallica, completa dei necessari raccordi.

Le vie cavi interrate saranno da realizzare mediante tubo in PVC rigido serie pesante.

Medesime canalizzazioni non conterranno mai cavi ad utilizzazione diversa.

La sezione interna ($\mathbf{S_{int}}$) delle canalizzazioni ed il diametro interno delle tubazioni ($\mathbf{D_{int}}$) saranno determinate rispettivamente dalle relazioni:

- **Sint > 1,5 • Dc;**
- $\mathbf{D_{int} > 1,3 \cdot D_c}$;

essendo $\mathbf{D_c}$ il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuti nelle canalizzazioni medesime; in ogni caso il diametro minimo ammesso sarà di 16 mm.

Le canalizzazioni avranno percorsi unicamente orizzontali e verticali.

Nei punti di derivazione o di cambiamento di sezione saranno impiegati dei raccordi ortogonali o dei giunti adeguati in modo che sia garantito il facile inserimento dei cavi da alloggiare.

Le modalità di posa delle condutture devono essere in accordo con la tabella 52A della Norma CEI 64-8/5 che tiene conto delle caratteristiche dei cavi utilizzati.

2.2.5 – Giunzioni

Le connessioni tra i conduttori e tra i conduttori e gli altri elementi devono assicurare una continuità elettrica e prestare un'adeguata resistenza meccanica. Le connessioni devono essere situate in involucri che forniscano una protezione meccanica adeguata e devono essere accessibili per l'ispezione, le prove e la manutenzione.

Le connessioni devono essere realizzate mediante mezzi di connessione destinati a questo scopo, i quali devono essere scelti in modo tale da assicurare che le stesse connessioni possano sopportare le sollecitazioni provocate dalle correnti ammissibili nelle condutture in servizio ordinario e dalle correnti di cortocircuito determinate sulla base delle caratteristiche dei dispositivi di protezione.

I vari cavi e cordette saranno collocati in opera e saranno congiunti per le sezioni maggiori di 6 mmq. mediante morsetti fissi, mentre per sezioni fino a 6

mmq.. con morsetti a cappuccio; le giunzioni saranno ammesse solo entro a cassette di derivazione.

Le giunzioni, le derivazioni, i terminali dei cavi e cavetti unipolari o multipolari saranno eseguite in conformità delle norme CEI.

2.2.6 – Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione in esecuzione da incasso saranno in P.V.C. con grado di protezione non inferiore a IP40; in esecuzione da esterno saranno in lamiera pressofusa o in resina rinforzata, entrambe comunque con grado di protezione IP55.

Il coperchio sarà fissato mediante viti di ottone cromato o acciaio cadmiato da avvitarsi sulle madreviti poste sulle cassette; sarà esclusa la chiusura a pressione del coperchio sulla cassetta stessa.

Le cassette saranno corredate di morsetti a cappuccio; morsetti e cavi saranno contraddistinti per una esatta identificazione.

Le cassette saranno collocate in opera senza coperchio, ma con l'otturazione protettiva delle madreviti durante l'esecuzione dei lavori murari.

La dimensione minima interna ammessa per le cassette di derivazione è di 60 mm. di diametro oppure di 65 mm. di lato.

Nel caso di installazione di cassette di derivazione all'interno dei pozzetti, saranno da utilizzare cassette di derivazione con riempimento in resina, con grado di protezione IP67; in alternativa, all'interno della cassetta dovrà essere realizzata una colata di paraffina a sigillo della giunzione, al fine di raggiungere il grado di protezione IP67.

2.3 – IMPIANTO DI TERRA

Le caratteristiche dell'impianto di terra devono soddisfare le prescrizioni di sicurezza e funzionali dell'impianto elettrico.

Esso è composto da un dispersore di terra collegato al collettore principale di terra, posizionato generalmente nel quadro principale di distribuzione;dal collettore partono i conduttori di protezione verso tutte le utenze, le masse e le masse estranee.

2.3.1 – Collettori (o nodi) principali di terra

In ogni impianto deve essere usato un morsetto od una sbarra per costituire

un collettore principale di terra al quale si devono collegare i conduttori di terra, i conduttori di protezione e i conduttori equipotenziali.

Il collettore principale di terra verrà realizzato mediante apposito morsetto per collegamenti equipotenziali realizzato in ottone nichelato, con vite di serraggio a frizione in acciaio zincato in modo tale da soddisfare le prescrizioni della norma.

2.3.2 – Dispersore di terra

Il dispersore di terra è un corpo metallico o complesso di corpi metallici, posto in contatto elettrico con il terreno ed utilizzato intenzionalmente o di fatto per disperdere le correnti elettriche.

Il dispersore intenzionale è un corpo metallico installato unicamente per lo scopi inerenti la messa a terra di impianti elettrici; il dispersore di fatto è un corpo metallico in contatto diretto con il terreno o tramite calcestruzzo, la cui installazione viene effettuata per scopi diversi dalla messa a terra di impianti elettrici (ad esempio ferri di armatura).

I dispersori intenzionali possono essere realizzati mediante:

- dispersori a picchetto o a piastra, destinati all'infissione nel terreno;
- dispersori ad anello, costituiti da conduttori nudi (corde o nastri), interrati ad almeno 50 cm. di profondità), normalmente disposti seguendo il perimetro del fabbricato;
- dispersori a maglia, derivati dai dispersori ad anello prevedendo collegamenti tra diversi punti dell'anello.

Sia i dispersori ad anello che i dispersori a maglia, possono essere integrati con elementi infissi verticalmente (picchetti).

2.3.3 – Conduttori di terra

I conduttori di terra sono i conduttori di protezione che collegano il dispersore di terra ai collettori principali di terra; saranno realizzati in cavo tipo N07V-K di colore giallo / verde.

Il collegamento dei conduttori di terra al dispersore deve essere assicurato mediante apposito morsetto capocorda a quattro bulloni realizzato in ottone nichelato, adatto per dispersori a croce.

La sezione dei conduttori di terra dovrà verificare la relazione (4) per la protezione contro le correnti di cortocircuito (cfr. par. 9.2 protezione contro le correnti di cortocircuito): in ogni caso la sezione minima ammessa per i conduttori di terra sarà di 16 mmq.

2.3.4 – Conduttori di protezione

I conduttori di protezione sono i conduttori che realizzano i collegamenti prescritti per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti (dispersore – nodo principale di terra – masse – masse estranee).

La sezione dei conduttori di protezione dovrà verificare la relazione (4) per la protezione contro le correnti di cortocircuito (cfr. par. 2.4.2 protezione contro le correnti di cortocircuito)

La minima sezione ammissibile dei conduttori di protezione sarà dunque determinata con la formula inversa della (4), ovvero:

$$S = \frac{\left[I \times \sqrt{t}\right]}{K} \qquad (9)$$

dove:

- I è uguale alla corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile;
- t è uguale al tempo di intervento del dispositivo di protezione
- K coefficiente che, per i conduttori in rame, vale:
  - 115 se isolati in PVC
  - 135 se isolati in gomma ordinaria o gomma butilica
  - 143 se isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato

Ottemperando però a quanto già visto nel paragrafo 6.2, in merito alla sezione minima utilizzabile, la sezione dei conduttori di protezione può essere scelta con i criteri indicati in tale paragrafo; non è necessario quindi eseguire la verifica della precedente relazione (9).

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a 2,5 mm^2 se è prevista una protezione meccanica o inferiore a 4 mm^2 se non è prevista una protezione meccanica.

I conduttori di protezione sono realizzati mediante cavo tipo N07V – K di colore giallo / verde.

2.3.5 – Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali sono quei conduttori di protezione che mettono diverse masse e masse estranee al medesimo potenziale. I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella

del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm^2.

2.4 – SISTEMI DI PROTEZIONE

2.4.1 – Protezione dai contatti diretti

La protezione dai contatti diretti nel presente impianto sarà ottenuta mediante l'isolamento delle parti attive. Le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione. L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare le relative norme. (CEI 64-8/4 art. 412.1).

2.4.2 – Protezione combinata dai contatti diretti ed indiretti

La protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti è assicurata quando:

- la tensione nominale non supera 50 V, valore efficace in c.a., e 120 V in c.c.non ondulata;
- l'alimentazione proviene da una delle sorgenti previste dalla norma,quali :
  - Un trasformatore di sicurezza rispondente alle prescrizioni di sicurezza della Norma CEI 96-2, o una sorgente con un grado di sicurezza equivalente;
  - Una sorgente elettrochimica indipendente o separata con una protezione da circuiti FELV o da circuiti a tensione più elevata;
  - Una sorgente qualsiasi comunque indipendente da circuiti FELV o da circuiti a tensione più elevata;
  - Dispositivi elettronici conformi alle normative appropriate, per i quali siano stati adottati provvedimenti tali da assicurare che, anche in caso di guasto interno, la tensione ai morsetti di uscita non possa superare i valori sopra indicati;
- sono soddisfatte le prescrizioni per i circuiti SELV, oppure le prescrizioni per i circuiti PELV.

2.4.2.1 – Prescrizioni Comuni per i circuiti SELV e PELV

Condizioni di installazione dei circuiti

La parti attive dei circuiti SELV e PELV devono essere separate le une dalle altre, ed inoltre entrambe devono essere separate sia dai circuiti FELV che da

circuiti a tensione più elevata mediante separazione di protezione.

La separazione di protezione deve essere realizzata in uno dei seguenti modi:

- mediante conduttori separati materialmente;
- con i conduttori dei circuiti SELV e PELV muniti, oltre che del loro isolamento principale, di una guaina isolante;
- con i conduttori dei circuiti a tensione diversa separati da uno schermo o da una guaina metallici messi a terra;

Circuiti a tensione diversa possono essere contenuti in uno stesso cavo multipolare o in uno stesso raggruppamento di cavi, a condizione che i conduttori dei circuiti SELV e PELV siano isolati, nell'insieme od individualmente, per la massima tensione presente.

Prese a Spina

Le prese a spina dei sistemi SELV e PELV devono soddisfare i seguenti requisiti:

- le spine non devono poter entrare nelle prese di altri sistemi elettrici, sistema FELV incluso;
- le prese non devono permettere l'introduzione di spine di altri sistemi elettrici;
- le prese e le spine dei circuiti SELV non devono avere un contatto per il collegamento del conduttore di protezione;
- le spine dei circuiti SELV non devono poter entrare nelle prese dei circuiti PELV;
- le spine dei circuiti PELV non devono poter entrare nelle prese dei circuiti SELV.

2.4.2.2 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti SELV

Le parti attive dei circuiti SELV non devono essere collegate a terra e neppure a parti attive od a conduttori di protezione che facciano parte di altri circuiti.

Le masse non devono essere intenzionalmente collegate:

- a terra;
- a conduttori di protezione od a masse di altri circuiti elettrici;
- a masse estranee, con la sola eccezione che il collegamento sia richiesto dalla natura dei componenti dell'impianto e purché tali masse estranee non possano assumere tensioni superiori ai limiti della tensione nominale specificata in precedenza..

Se la tensione nominale supera 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V, in c.c. non ondulata, la protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata da:

- barriere od involucri aventi un grado di protezione non inferiore a IP 2X o IPXXB,

oppure

- un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

Se la tensione nominale non supera 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V, in c.c. non ondulata, la protezione contro i contatti diretti è generalmente assicurata, anche se può essere necessaria in caso di ambienti ed applicazioni particolari a causa di possibili influenze esterne.

2.4.2.3 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti PELV

Nel caso in cui i circuiti siano collegati a terra e non venga espressamente richiesto dalla normativa l'utilizzo dei circuiti SELV, possono essere utilizzati i circuiti PELV.

La protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata da:

- barriere od involucri aventi un grado di protezione non inferiore a IP 2X o IPXXB;

oppure

- un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

In tal caso, la protezione contro i contatti diretti, risulta assicurata se il componente elettrico si trova all'interno di un edificio dove sia stato effettuato il collegamento equipotenziale principale e la tensione nominale non superi:

- 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V in c.c. non ondulata, se il componente elettrico è usualmente utilizzato solo in luoghi asciutti e non si prevedono contatti estesi di parti attive con il corpo umano;
- 6 V, valore efficace in c.a., oppure 15 V in c.c. non ondulata, in tutti gli altri casi.

2.4.2.4 – Circuiti FELV

I circuiti FELV possono essere usati, per assicurare la protezione contro i contatti diretti e indiretti, quando, per ragioni funzionali, si utilizza una tensione inferiore a 50 V, valore efficace in c.a., od a 120 V in c.c. non ondulata, ma non vengono soddisfatte tutte le prescrizioni relative ai sistemi SELV e PELV, purchè gli stessi sistemi SELV o PELV non siano normativamente necessari.

Nei circuiti FELV la protezione contro i contatti diretti deve essere fornita da:

- barriere o involucri aventi un grado di protezione rispondente alla normativa;

oppure

- un isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario, o un isolamento rinforzato in grado di sopportare una tensione di prova di 1500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

Nei circuiti FELV la protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata:

- in un sistema dove sia applicata la misura di protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione e che alimenti il circuito FELV, collegando le masse del circuito FELV al conduttore di protezione del sistema primario;
- in un sistema dove sia applicata la misura di protezione mediante separazione elettrica, collegando le masse del circuito FELV al conduttore equipotenziale isolato non connesso a terra.

Le prese a spina per i circuiti FELV devono soddisfare i seguenti requisiti:

- le spine non possano essere inserite in prese alimentate con altri sistemi di tensione;
- nelle prese non possano essere inserite spine di altri sistemi di tensione.

2.4.3 – Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti è assicurata dalla interruzione automatica della alimentazione, come richiesto dalla normativa, quando, in caso di guasto, si possono avere effetti fisiologici dannosi in una persona a causa del valore e della durata della tensione di contatto.

L'impianto utilizza un modo di collegamento a terra TN-S, per cui tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione, devono essere collegate tutte allo stesso impianto di terra. Sulla base della pubblicazione IEC 479, la quale definisce i criteri con cui valutare la capacità che hanno le persone di sopportare la corrente senza che si manifestino effetti fisiologici pericolosi, sono stati determinati dei metodi convenzionali che permettono di valutare i tempi di intervento dei dispositivi di protezione, nei sistemi TN, in funzione della tensione nominale (vedi tabella 41A).

Tab. 41A **Tempi massimi di interruzione per sistemi TN**

U_0(V)	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Secondo le prescrizioni normative, le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si verifica un guasto di impedenza trascurabile in una qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione, oppure tra un conduttore di fase ed una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la condizione:

$$Z_S \cdot I_a \leq U_0 \qquad (1)$$

dove:

- Z_S è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente
- I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la I_a è la corrente differenziale $I_{\Delta n.}$
- U_0 tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase – terra) in Volt

La verifica della protezione dai contatti indiretti comporta, dunque, il soddisfacimento della condizione (1) con il valore di corrente determinato sulle curve di intervento tempo-corrente dei vari dispositivi di protezione, in corrispondenza del tempo individuato sulla tabella 41A della norma 64-8/4, conseguentemente al valore della tensione nominale tra fase e terra.

Per quelle partenze di alimentazione per le utenze che risultano protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori differenziali assumeremo quale corrente di intervento del dispositivo di protezione, la corrente differenziale; nel caso di dispositivi regolabili, in via cautelativa ai fini della sicurezza, assumeremo il massimo valore di taratura del dispositivo stesso.

La verifica verrà condotta in termini di lunghezza, ovvero determinando dalla relazione (1), con la formula inversa, l'impedenza dell'anello di guasto limite che soddisfa tutte le condizioni; da tale impedenza di anello di guasto limite, essendo ovviamente note le resistenza e la reattanza unitaria del cavo nonché la sua sezione, si ricava la lunghezza limite del cavo al di sotto della quale la condizione (1) risulta soddisfatta; per verificare la relazione (1) risulta quindi sufficiente verificare che la lunghezza del cavo in esame sia inferiore o uguale alla suddetta lunghezza limite calcolata.

Ricapitolando, la metodologia da seguire risulta pertanto la seguente:

- dalla tabella 41A della norma 64-8/4 si ricava in funzione della tensione nominale fase terra (tensione stellata) il tempo limite di intervento delle

protezioni;

- sulle curve tempo-corrente dei dispositivi di protezione si ricava il valore di corrente che provoca l'intervento del dispositivo entro il tempo limite fissato al punto precedente; nel caso di dispositivi differenziali, tale valore diviene proprio il valore di corrente differenziale (se regolabili, massima corrente di taratura);
- dalla relazione inversa della (1) si ricava il valore massimo della impedenza di guasto ammissibile in considerazione dei valori di tensione e di corrente determinati;
- ricordando che il valore dell'impedenza di guasto è dato dalla serie della impedenza equivalente della sorgente di alimentazione (valore noto), della impedenza del conduttore di fase (dalla sorgente al punto di guasto) e della impedenza del conduttore di protezione (dal punto di guasto alla sorgente) ed osservando che di queste ultime due sono note le sezioni e quindi i parametri unitari, mentre l'unico parametro variabile risulta la lunghezza, si ricava la lunghezza del cavo corrispondente alla impedenza dell'anello di guasto calcolata: tale lunghezza del cavo risulta pertanto la massima lunghezza ammissibile rimanendo verificata la condizione (1);
- si verifica che la lunghezza del cavo di alimentazione della utenza sia inferiore od al limite uguale al valore di lunghezza precedentemente calcolato.

2.4.3.1 – Protezione dai contatti indiretti sotto UPS

La protezione dai contatti indiretti è assicurata da un interruttore differenziale nel funzionamento da rete e da generatore.

Quando il sistema funziona in isola con le batterie dell'UPS, non si applica la protezione dai contatti indiretti per separazione elettrica, perché il trasformatore dell'UPS non è in genere di isolamento e comunque le masse sono collegate a terra; questo collegamento a terra è necessario per fronteggiare il guasto a terra nell'alimentazione di rete.

Il sistema elettrico a valle del trasformatore è isolato da terra, e nel funzionamento in isola costituisce un piccolo sistema IT.

In questo contesto la corrente di primo guasto a terra è di natura capacitiva e data la limitata estensione del circuito è dell'ordine di pochi milliampere, quindi non introduce tensioni pericolose; un secondo guasto a terra costituisce per l'UPS un cortocircuito che provoca entro pochi secondi il distacco dell'inverter.

In considerazione della limitata estensione dei circuiti alimentati dall'UPS,

tenuto conto del breve tempo per il quale l'UPS può funzionare in isola (di solito il tempo di avviare il generatore, se presente, e comunque inferiore alla due ore) e quindi della piccola probabilità che si verifichi un primo guasto a terra, risulta accettabile la non installazione di un dispositivo di segnalazione di primo guasto a terra.

2.5– PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI

2.5.1 – Protezione contro le correnti di sovraccarico

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito, prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circondante le condutture. Le caratteristiche di funzionamento di tali dispositivi devono rispondere alle seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad (2)$$
$$I_f \leq 1.45 \cdot I_z \qquad (3)$$

dove:

- I_b corrente di impiego del circuito
- I_z portata in regime permanente della conduttura. Per la determinazioni di tali portate si fa riferimento alla tabella CEI UNEL 35024-70. Inoltre si dovrà tener conto di un coefficiente K_{tot} che tiene conto dell'influenza delle differenti condizioni di installazione. La portata effettiva sarà data dal prodotto del valore indicato dalla tabella per K_{tot}, che si ottiene a sua volta moltiplicando i fattori correttivi K_1, K_2, dedotti dalle tabelle T1, T2, T3 e T4:
  - K_1 è il fattore di correzione da applicare se la temperatura ambiente è diversa da 30 °C (tab. T1)
  - K_2 è il fattore di correzione per i cavi installati in fascio o in strato (tab. T2) o per i cavi installati in strato su più supporti secondo le modalità di posa CEI 64-8 (tab. T3 per cavi multipolari, tab. T4 per cavi unipolari)
- I_n corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_f corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite; secondo la norma CEI 23– 3 (EN 60947-2) si hanno:

- ❖ int.magnetotermici curva B, C,D;Z $\Rightarrow$ $I_f = 1.3\ I_n$
- ❖ fusibili In ≤ 4 $\Rightarrow$ If = 2.1 In
  4 < In < 16 $\Rightarrow$ If = 1.9 In
  In ≥ 16 $\Rightarrow$ If = 1.6 In

2.5.2 – Protezione contro le correnti di cortocircuito

Devono essere 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.

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti deve rispondere alle due seguenti 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 porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile;deve quindi essere soddisfatta:

$$(I^2t) \leq K^2S^2 \quad (4)$$

  dove:
  - ❖ t durata in secondi
  - ❖ S sezione in mmq.
  - ❖ I corrente effettiva di cortocircuito in A, espressa in valore efficace
  - ❖ K coefficiente che per i conduttori in rame vale:
    - 115 se isolati in PVC
    - 135 se isolati in gomma ordinaria o gomma butilica
    - 143 se isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato
- il potere di interruzione (P_{di}) non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta (I_{cc}) nel punto di installazione (è ammesso il coordinamento)

$$P_{di} \geqslant I_{cc} \quad (5)$$

La relazione (4) suddetta, deve essere verificata per ogni tipo di cortocircuito, tenendo conto della corrente minima e della corrente massima di cortocircuito, possibili in un circuito.

2.5.2.1 - Verifica alle correnti massime di cortocircuito

La massima corrente di cortocircuito presunta, si manifesta generalmente ai

morsetti del dispositivo di protezione nel caso di guasto franco tra le fasi.

Verifichiamo la relazione (4) con il valore di I^2t calcolato al potere d'interruzione dell'interruttore stesso; tale assunzione è cautelativa ai fini della sicurezza, in quanto, da un lato, il valore massimo della corrente di cortocircuito è non superiore al potere di interruzione dell'interruttore e, dall'altro, dall'andamento della curva I^2t/I_{cc} risulta come la massima energia passante si ottenga in corrispondenza del massimo valore della corrente di cortocircuito; in definitiva il valore di energia passante in corrispondenza del valore del potere di interruzione dell'interruttore risulta il massimo possibile.

Il valore dell'I^2t è ricavato dalle curve caratteristiche di limitazione dell'energia specifica passante, per ciascuno dei dispositivi utilizzati; il tipo di dispositivi installati è descritto negli schemi unifilari.

Per i fusibili, questa verifica risulta superflua in quanto, una volta eseguita la verifica alla minima corrente di cortocircuito con le modalità riportate al paragrafo successivo, quest'ultima garantisce anche il soddisfacimento della verifica alle correnti massime di cortocircuito. Infatti, esaminando l'andamento delle curve caratteristiche I^2t/I_{cc} dei fusibili, si rileva come all'aumentare della corrente di cortocircuito (I_{cc}), diminuisca l'energia passante del dispositivo (I^2t); appare allora chiaro come il soddisfacimento della relazione (4) per la minima corrente di cortocircuito garantisca automaticamente il soddisfacimento della stessa relazione per la massima corrente di cortocircuito.

Per il calcolo dell'energia ammissibile del cavo K^2S^2 ricordiamo che, per i cavi in rame e isolati in PVC si ha K = 115, mentre per i cavi in rame e isolati in gomma etilpropilenica si ha K = 143.

2.5.2.2 – Verifica alle correnti minime di cortocircuito

Come corrente di cortocircuito minima, si considera quella corrispondente ad un cortocircuito che si produca tra fase e neutro, nel punto più lontano della conduttura protetta. Dato il differente comportamento dei dispositivi di protezione nei confronti del cortocircuito, il quale comporta un diverso andamento dell'energia passante al variare della corrente, è opportuno distinguere i dispositivi magnetotermici dai fusibili

Esaminiamo dapprima i dispositivi magnetotermici.

La determinazione della minima corrente di cortocircuito presunta, può essere effettuata con la formula riportata di seguito, ammettendo le seguenti ipotesi:

- un aumento del 50 % della resistenza del circuito rispetto al valore a 20 °C, dovuto al riscaldamento dei conduttori causato dalla corrente di cortocircuito

- una riduzione all'80 % della tensione di alimentazione, per effetto della corrente di cortocircuito, rispetto alla tensione nominale di alimentazione.

Si ha quindi la condizione (6) :

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U}{1.5 \cdot \rho \frac{2 \cdot L}{S}}$$

dove:

- I_{cc} corrente di cortocircuito presunta (A)
- U tensione fase-neutro di alimentazione (V)
- ρ resistività del rame a 20 °C $\Rightarrow$ $\rho_{CU\ 20°}$ = 0.018 ($\Omega \cdot mm^2/m$)
- L lunghezza della conduttura protetta (m)
- S sezione del conduttore (mm^2)

Per condurre la verifica della relazione (4) nel caso della minima corrente di cortocircuito, assumiamo quale minima corrente di cortocircuito presunta il minimo valore della corrente di intervento magnetico; in altri termini, assumiamo che il valore della minima corrente di cortocircuito ricada all'interno della zona di sicuro intervento magnetico dell'interruttore. Questa assunzione, ci permette di condurre una verifica semplificata in termini di lunghezza.

Infatti, dall'andamento della curva I^2t/I_{cc}, si evince come, all'interno della zona di sicuro intervento magnetico dell'interruttore, la massima energia passante si ottenga in corrispondenza del massimo valore della corrente di cortocircuito; pertanto, la relazione (4), già verificata con successo per la massima corrente di cortocircuito, rimane soddisfatta anche per la minima corrente di cortocircuito, per la quale avremo un valore di energia passante inferiore al massimo, in conseguenza di quanto appena detto.

Utilizzando allora la relazione (6) con il suddetto minimo valore della corrente d'intervento magnetico dell'interruttore, possiamo calcolare, tramite la relativa formula inversa, la lunghezza massima protetta dal cortocircuito da ciascuno dei dispositivi, essendo nota la sezione della conduttura da proteggere.

La minima corrente di sicuro intervento magnetico è data dalla seguente tabella, salvo diversa indicazione dei costruttori, i quali forniscono direttamente il valore della minima corrente di intervento magnetico.

I_m = corrente minima di sicuro intervento magnetico

Dispositivo di protezione	Curva	I_m
Magnetotermico	B	5 x I_n
Magnetotermico	C	10 x I_n

Magnetotermico	D	20 x I_n
Magnetotermico	K	14 x I_n
Magnetotermico	Z	3,6 x I_n
Salvamotore	FISSA	12 ÷ 16 x I_n

La verifica della relazione (4), per le minime correnti di cortocircuito, può essere così ricondotta semplicemente ad una verifica in termini di lunghezza; si ha pertanto la condizione:

$$L_{linea} < L_{max} \qquad (7)$$

dove:

- L_{linea} lunghezza della linea (m)
- L_{max} lunghezza massima protetta dal cortocircuito (m), calcolata tramite la (6)

La verifica della (7) comporta dunque, che la lunghezza della linea in esame risulti inferiore al valore della massima lunghezza protetta; di conseguenza la minima corrente di cortocircuito possibile, avrà una intensità maggiore del valore minimo che garantisce l'intervento magnetico del dispositivo di protezione e, contemporaneamente, avrà una intensità minore della corrente massima di cortocircuito, portando come conseguenza che la relazione (4) risulta verificata, anche per quanto riguarda le correnti minime di cortocircuito.

Nel caso in cui la verifica della relazione (7) non dia esito positivo, verificheremo direttamente la relazione (4), calcolando tramite la (6) la minima corrente di cortocircuito; con il valore determinato, si ricava, sulla curva I^2t/I_{cc} dell'interruttore, il valore dell'energia passante per condurre la verifica.

Per quanto riguarda i fusibili, abbiamo già anticipato come il valore massimo dell'energia passante si ha per il minimo valore della corrente di cortocircuito (cfr. par.9.2).

Verifichiamo allora la relazione (4), calcolando dapprima il suddetto valore minimo della corrente di cortocircuito e confrontando, quindi, il valore dell'energia ammissibile del cavo K^2S^2 con il valore dell'energia passante I^2t ricavato dalle curve caratteristiche I^2t/I_{cc} di ciascun fusibile in corrispondenza della minima corrente di cortocircuito calcolata

2.5.2.3 - Verifica del potere di interruzione

Il potere di interruzione dei dispositivi di protezione dovrà essere superiore alle correnti di cortocircuito presunte nel punto di installazione dei dispositivi stessi (condizione (5)).

Pertanto gli interruttori da installare in ciascuno dei quadri dell'impianto, dovranno avere un potere di interruzione superiore al valore della corrente di cortocircuito presunta sul quadro di appartenenza.

Sarà possibile utilizzare interruttori con potere di interruzione inferiore ai valori della corrente presunta di cortocircuito, nel caso in cui si verifichino le due condizioni:

- tali interruttori sono a valle di interruttori con potere di interruzione adeguato;
- gli interruttori a monte esercitano una protezione di sostegno tale da "rinforzare" il potere di interruzione degli interruttori a valle; la protezione di sostegno dovrà comunque essere indicata dalle case costruttrici degli interruttori stessi.

2.5.3 – Verifica della Caduta di Tensione

Per un corretto impiego gli utilizzatori devono funzionare al valore della tensione nominale prevista dal costruttore; a tal fine è necessario verificare che le cadute di tensione ΔV siano contenute entro valori limite. Secondo le norme tali cadute di tensione non devono risultare superiori al 4 %.

Il valore di caduta di tensione della linea d'alimentazione trifase risulta

$$\Delta V = 1.732 \times I \times L \times (R\cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) \quad (8)$$

Il valore di caduta di tensione della linea di alimentazione monofase risulta

$$\Delta V = 2 \times I \times L \times (R\cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) \quad (8)$$

dove:

- I corrente nominale d'utilizzo (A)
- L lunghezza della linea (Km)
- φ angolo di sfasamento tra tensione e corrente
- R resistenza di linea (Ω)
- X reattanza di linea (Ω)

Il calcolo di verifica della caduta di tensione viene effettuato in questo modo:

- per quanto riguarda le dorsali dell'impianto viene calcolata la caduta di tensione percentuale effettiva tramite la relazione (8) ;
- per quanto riguarda le linee verso le utenze da ciascun quadro, viene dapprima calcolata la caduta di tensione percentuale presente a monte del quadro stesso sommando le cadute percentuali risultanti delle dorsali precedenti, verificando quindi che per ciascuna utenza la caduta di

tensione percentuale sia inferiore al complemento a quattro della caduta di tensione percentuale presente a monte ; la suddetta verifica viene effettuata mediante una formula inversa delle (8) dalla quale si ricava la lunghezza limite corrispondente alla caduta di tensione massima accettabile ricavata nel modo sopra descritto.

In tal modo su ogni linea vista nella sua interezza, da valle della sorgente di alimentazione all'utenza finale, viene rispettata la condizione posta dalla norma.

2.6 – CONCLUSIONE

Si precisa che l'obiettivo del presente progetto è quello di definire le caratteristiche principali degli impianti che verranno realizzati, in termini di soluzioni scelte e materiali utilizzati.

Si precisa inoltre che eventuali variazioni che dovessero essere effettuare in fase di esecuzione, dovranno essere concordate con il progettista, al fine di rendere conforme alle norme di sicurezza elettrica l'impianto realizzato

Il Progettista
Ing. Bruno Consolato

RELAZIONE TECNICA

IMPIANTO ELETTRICO

CORPO D - B

INDICE

INDICE 43
1 – PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO 45
1.1 - OGGETTO 45
1.2 – ELENCO ELABORATI 45
1.3 – SCOPO E DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO 45
1.3.1 – DISTRIBUZIONE GENERALE DELL'ENERGIA 46
1.4 - DATI DI PROGETTO 46
1.4.1 - CONDIZIONI AMBIENTALI 46
1.5 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO 47
1.5.1 – GENERALITÀ 47
1.5.2 – CAVI ELETTRICI 47
1.5.3 – QUADRI ELETTRICI 47
1.5.3.1 – Quadro QBCA 47
1.6 – IMPIANTO DI TERRA 48
1. 7 – SISTEMI DI PROTEZIONE 48
1.7.1 – PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI 48
1.9 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 48
1.9.1 – DEFINIZIONE DEGLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 48
1.9.2 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO DI INCENDIO PER LA PRESENZA DI MATERIALE INFIAMMABILE O COMBUSTIBILE IN LAVORAZIONE, CONVOGLIAMENTO, MANIPOLAZIONE E DEPOSITO 49
1.9.3 – PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 50
1.9.4 – PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO PER LA PRESENZA DI MATERIALE INFIAMMABILE 53
2.1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO 55
2.1.1 - LEGGI DI CARATTERE GENERALE 55
2.1.2 – APPARECCHIATURE E COMPONENTI PER BT 56
2.1.3 – SICUREZZA E ANTINFORTUNISTICA 57
2.1.4 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO MT 58
2.2 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO 59
2.2.1 – GENERALITÀ 59
2.2.2 – CONDUTTURE ELETTRICHE 59
2.2.2.1 – Tipologia dei Cavi 60
2.2.3 – QUADRI ELETTRICI 62
2.2.4 – CANALIZZAZIONI 64
2.2.5 – GIUNZIONI 65
2.2.6 – CASSETTE DI DERIVAZIONE 66

2.3 – IMPIANTO DI TERRA 66
2.3.1 – COLLETTORI (O NODI) PRINCIPALI DI TERRA.....66
2.3.2 – DISPERSORE DI TERRA.....67
2.3.3 – CONDUTTORI DI TERRA 67
2.3.4 – CONDUTTORI DI PROTEZIONE.....68
2.3.5 – CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI 68
2.4 – SISTEMI DI PROTEZIONE 69
2.4.1 – PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI.....69
2.4.2 – PROTEZIONE COMBINATA DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI.....69
2.4.2.1 – Prescrizioni Comuni per i circuiti SELV e PELV 69
2.4.2.2 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti SELV.....70
2.4.2.3 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti PELV.....71
2.4.2.4 – Circuiti FELV 71
2.4.3 – PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI.....72
2.4.3.1 – Protezione dai contatti indiretti sotto UPS 74
2.5– PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI.....75
2.5.1 – PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO.....75
2.5.2 – PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO.....76
2.5.2.1 - Verifica alle correnti massime di cortocircuito 76
2.5.2.2 – Verifica alle correnti minime di cortocircuito 77
2.5.2.3 - Verifica del potere di interruzione.....79
2.5.3 – VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE 80
2.6 – CONCLUSIONE 81

1 – PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO

1.1 - OGGETTO

Il presente progetto riguarda la realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione e forza motrice, a servizio del fabbricato “Corpo D-B – Baie di carico, facente parte del nuovo insediamento industriale, per la produzione di carta tissue, sito a Montoro in Provincia di Avellino.

1.2 – ELENCO ELABORATI

Il seguente progetto si compone della presente relazione tecnica Dis.n° ST16045300 e dei seguenti allegati:

- Layout distribuzione impianti elettrici Corpo D-B – Baie di Carico Dis. n° ST1604507;

Per il quadro generale si rimanda alla relazione Tecnica distribuzione impianti esterni e i relativi allegati Dis. n° ST16045100;

1.3 – SCOPO E DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Lo scopo del presente progetto è quello di definire i criteri di installazione delle diverse parti di impianto, di calcolare tutte le grandezze elettriche al fine di ottenere un corretto dimensionamento di esse e di fornire delle specifiche tecniche al fine di scegliere del materiale conforme alla normativa vigente in materia di sicurezza elettrica.

La realizzazione dell’impianto elettrico in oggetto prevede, per sommi capi, quanto segue:

- Realizzazione del quadro QBCA – Quadro elettrico Baie di Carico;
- Realizzazione di tutte le linee in partenza dal quadro QBCA, con tutte le rispettive vie cavi;
- Realizzazione dell’impianto elettrico di illuminazione ordinaria e di emergenza per tutto l’edificio;
- Realizzazione dell’impianto di forza motrice per tutto l’edificio;
- Realizzazione dell’impianto di trasmissione dati per i locali e le postazioni che lo necessitano;
- Realizzazione dellìimpianto di videoserveglianza;

1.3.1 – Distribuzione Generale dell'Energia

L'insediamento industriale è alimentato in media tensione a 20kV , la ricezione della fornitura avviene nella cabina ENEL ai margini della proprietà.

Dalla cabina di consegna si alimenta in media tensione il quadro di di distribuzione MT e da questo la sottocabina Cartiera ed il Trasformatore da 630kVA (installalto nella cabina ENEL) e di conseguenza il quadro di bassa tensione PCC630 da dove si alimentano gli impianti elettrici del corpo B-D trattati nella presente relazione.

1.4 - DATI DI PROGETTO

Il limite di batteria del presente progetto è rappresentato:

- Dall' interruttore nel quadro PCC630 nella cabina di consegna ENEL a protezione della linea di alimentazione del Quadro elettrico Baie di Carico.

L'impianto in oggetto è alimentato in media tensione a 20kV ; i dati di progetto dell'impianto in oggetto risultano:

- Tensione di alimentazione : 20 kV;
- Massimo impegno di potenza : 6 MW;
- Corrente di cortocircuito presunta, al limite di batteria dell'impianto: pari a 16 kA (Valore in MT);
- Modo di collegamento a terra : TN-S;
- Classificazione dell'ambiente in cui si sviluppa l'impianto : ambiente ordinario e ambiente a maggior rischio in caso di incendio.

1.4.1 - Condizioni ambientali

- altitudine : non superiore a 1000 m s.l.m.
- temperatura : min - 15 °C, max. + 40 °C
- umidità : 20 ÷ 90 %
- servizio : interno / esterno

1.5 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

1.5.1 – Generalità

Negli elaborati allegati alla presente relazione tecnica è indicata la distribuzione planimetrica delle apparecchiature degli impianti elettrici e le loro principali
caratteristiche.

1.5.2 – Cavi Elettrici

I cavi elettrici da utilizzare nell'impianto dovranno essere conformi alle norme CEI/UNEL e risulteranno delle seguenti tipologie:

- FG7OR 0.6 / 1 kV;
- N07V-K 450/750V;
- FROR 450/750V;
- FTG10(O)M1 0.6 / 1 kV;
- RG7H1M1 12/20 kV.

1.5.3 – Quadri Elettrici

I quadri elettrici dell'impianto dovranno essere realizzati in conformità delle norme tecniche vigenti che regola la costruzione ed il collaudo delle apparecchiature assiemate di comando e di protezione dei circuiti in bassa tensione.

Inoltre i quadri elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI".

1.5.3.1 – Quadro QBCA

Il quadro QBCA verrà installato nell'area Baie di carico come si evince dal layout allegato e risponderà alle seguenti specifiche tecniche:

- Involucro : armadio in lamiera di acciaio;
- Grado di protezione: IP 65;
- Corrente nominale : 100A;
- Valore corrente di cortocircuito di progetto : 10 kA (Valore in BT);
- Collettore di terra: collegato all'anello di terra di stabilimento.

•

1.6 – IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra generale sarà costituito da un dispersore di terra distribuito lungo tutto il perimetro della superficie dell'attività (anello di fabbricato), composto da un anello di corda nuda di rame che interconnette picchetti infissi nel terreno ed i ferri di armatura dei vari fabbricati. L'impianto di terra verrà connesso all'impianto di terra delle cabine, in modo da formare un unico dispersore generale.

1. 7 – SISTEMI DI PROTEZIONE

La protezione dai contatti diretti nel presente impianto sarà realizzata secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI" .

1.7.1 – Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti nel presente impianto sarà realizzata secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI".

Per le utenze che risulteranno protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori differenziali, assumeremo quale corrente di intervento del dispositivo di protezione, la corrente differenziale, pari a $I_{\Delta n}$ = 0.3 / 0.03 A.

1.9 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO

1.9.1 – Definizione degli ambienti a maggior rischio in caso di incendio

Il rischio relativo all'incendio dipende dalla probabilità che l'incendio stesso si verifichi e dalla entità del danno conseguente per persone animali e cose.

L'individuazione degli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, dipende da molteplici fattori; ai fini però della individuazione delle caratteristiche dell'impianto elettrico, tali ambienti possono essere raggruppati in tre gruppi fondamentali:

[04] Ambienti a maggior rischio di incendio per l'elevata densità di affollamento e per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali o cose;

[05] Ambienti a maggior rischio di incendio in quanto aventi strutture combustibili;

[06] Ambienti a maggior rischio di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento,

manipolazione e deposito, qualora non risultino compresi tra quelli del gruppo [1].

1.9.2 – Ambienti a maggior rischio di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione e deposito

Gli ambienti oggetto del presente paragrafo sono quelli nei quali avviene la lavorazione, il convogliamento, la manipolazione o il deposito dei materiali infiammabili o combustibili, quando la classe del compartimento antincendio è considerato pari o superiore a 30.

I materiali considerati risultano:

- Materiali, sia allo stato di fibre o di trucioli o di granulari sia allo stato di aggregati, per i quali in pratica non viene considerata una temperatura di infiammabilità;
- Materiali aventi temperatura di infiammabilità superiore a 40 °C o alla massima temperatura ambiente e non soggetti a lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito con modalità tali da consentire loro il contatto con l'aria ambiente a temperature uguali o superiori a quella di infiammabilità.

Per la valutazione della classe di un compartimento antincendio nel quale avviene la lavorazione, il convogliamento, la manipolazione o il deposito dei materiali infiammabili o combustibili, si procede come segue:

- Si valutano i quantitativi massimi di materiali combustibili o infiammabili contemporaneamente presenti durante il regolare svolgimento della attività prevista all'interno del compartimento;
- Se il compartimento considerato è collegato ad altri compartimenti antincendio per mezzo di organi di collegamento (tubazioni, nastri trasportatori, ecc.), i quali durante il regolare svolgimento delle attività provvedono al trasporto di materiali infiammabili e combustibili, in aggiunta ai quantitativi del punto precedente, devono essere considerati i quantitativi che possono essere immessi nel compartimento nel tempo **t,** decorrente tra l'inizio di un eventuale incendio e l'intercettazione degli organi di convogliamento; se il tempo t non può essere determinato altrimenti, devono essere utilizzati i seguenti valori:
    - 10 secondi, per il caso di organi di intercettazione comandati automaticamente da dispositivi rivelatori;
    - 15 minuti, per il caso di organi di intercettazione comandati a mano da un posto costantemente presidiato durante i periodi nei quali le installazioni elettriche sono in tensione;

- 90 minuti, per il caso di attività solamente sottoposte ad una generica sorveglianza;
- 8 ore, per il caso di attività non presidiate.

Ai fini del presente progetto sono da classificare come ambienti a maggior rischio in caso di incendio i seguenti locali:

- Magazzino.

1.9.3 – Prescrizioni particolari per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio

Negli ambienti classificati come a maggior rischio in caso di incendio, gli impianti elettrici devono soddisfare le seguenti prescrizioni generali:

[11] I componenti dell'impianto elettrico devono essere limitati a quelli strettamente necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare.

[12] Nel sistema di vie di uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili; i condensatori ausiliari incorporati in apparecchi non sono soggetti a questa prescrizione.

[13] Negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra controllo e protezione, fatti salvi quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo.

[14] I componenti elettrici installati in vista, a parete o a soffitto, non disciplinati da normative specifiche, devono essere di materiale resistente alle prove previste dalle normative, assumendo per la prova del filo incandescente 650 °C (anziché 550 °C).

[15] Gli apparecchi di illuminazione devono essere mantenuti ad una adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili; in particolare per i faretti ed i proiettori tale distanza deve essere :

- Fino a 100 W : 0,5 m.;
- Da 100 a 300 W: 0,8 m.;
- Da 300 a 500 W: 1 m..

Le lampade e le altre parti componenti degli apparecchi di illuminazione devono essere protette contro le prevedibili sollecitazioni meccaniche; tali mezzi di protezione non devono essere fissati sul portalampade a meno che non siano parte integrante dell'apparecchio di illuminazione.

Gli involucri di apparecchi elettrotermici, quali ad esempio riscaldatori, resistori, ecc. non devono raggiungere temperature più elevate di quelle

relative agli apparecchi di illuminazione; questi apparecchi devono essere per costruzione o per installazione realizzati in modo da impedire qualsiasi accumulo di materiale che possa influenzare negativamente la dissipazione del calore.

[16] E' vietato l'uso di conduttori PEN, fatte salve le condutture che attraversano il luogo a maggior rischio in caso di incendio.

[17] Le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e, preferibilmente, non devono essere a portata di mano; se altrimenti sono a portata di mano, devono essere poste dentro involucri o barriere che non creino intralcio al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione.

[18] I conduttori dei circuiti in corrente alternata devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo a tal fine è sufficiente che tutti i conduttori facenti parte dello stesso circuito siano raggruppati in una stessa conduttura.

[19] Le condutture, ivi comprese quelle che transitano soltanto dall'ambiente, devono essere realizzate in uno dei seguenti modi:

9.1 <u>Modo A</u>

- Condutture di qualsiasi tipo annegate in strutture non combustibili;
- Condutture realizzate mediante cavi contenuti in tubi o canali metallici o non metallici, purché non combustibili, con grado di protezione almeno IP4X; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi e dai canali stessi, purchè idonei allo scopo;
- Condutture realizzate mediante cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione, sprovvisti all'esterno di guaina non metallica;

9.2 <u>Modo B</u>

- Condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico;
- Condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione;
- Condutture realizzate mediante cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione, sprovvisti all'esterno di guaina non metallica;

9.3 Modo C

- Condutture diverse da quelle precedentemente elencate ai capoversi 9.1 Modo A e 9.2 Modo B, realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione;
- Condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari, sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canali metallici senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai canali stessi, o da un conduttore, nudo oppure isolato, contenuto in ciascuna di esse;
- Condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari, sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o involucri non metallici, chiusi e con grado di protezione almeno IP4X, realizzati in materiale resistente alle prove previste dalla normativa, assumendo per la prova del filo incandescente 850 °C (anziché 650 °C) qualora non soggetti a normativa specifica e installati in vista (non incassati);
- Binari elettrificati e condotti sbarre;

[20] Le condutture che attraversano l'ambiente ma non sono destinate alla alimentazione elettrica di utenze al suo interno, non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno dell'ambiente, a meno che le connessioni non siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco definita nella relativa norma di prodotto.

Le condutture che alimentano o attraversano l'ambiente devono essere protette contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti tra l'origine dei circuiti e l'ambiente.

Le condutture che hanno origine all'interno dell'ambiente devono essere protette contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti all'origine dei circuiti stessi.

La protezione delle condutture descritte ai capoversi 9.1 Modo A e 9.2 Modo B non richiede particolari prescrizioni.

I circuiti terminali singoli o raggruppati delle condutture descritte al capoversi 9.3 Modo C, ad esclusione dei circuiti di sicurezza, a meno che non siano racchiusi in involucri con grado di protezione almeno IP4X e con la sola eccezione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore, devono essere ulteriormente protetti in uno dei modi seguenti:

- Nei sistemi TT e TN con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale di intervento non superiore a 300 mA, anche ad intervento ritardato; quando i guasti resistivi possono innescare un incendio (ad esempio riscaldamento a soffitto con elementi a pellicola riscaldante), la corrente differenziale deve essere pari a 30 mA;
- Nei sistemi IT con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca l'apertura automatica del circuito quando si manifesta un decadimento dell'isolamento; per particolari necessità di continuità di servizio, il dispositivo può azionare un allarme ottico ed acustico anziché aprire il circuito.

[11] Le condutture descritte ai capoversi 9.2 Modo B e 9.3 Modo C la propagazione dell'incendio deve essere evitata come segue:
- Utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" (CEI 20-35) quando sono installati individualmente o sono distanziati tra loro di almeno 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso oppure sono installati in tubo o canale con grado di protezione IP4X;
- Utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" (CEI 20-22) ;
- Adottando sbarramenti, barriere tagliafiamma e/o altri provvedimenti equipollenti;

[12] Devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio; le barriere devono avere requisiti di resistenza al fuoco almeno pari a quelli richiesti per gli elementi di costruzione del solaio o parete su cui sono installate.

1.9.4 – Prescrizioni aggiuntive per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio per la presenza di materiale infiammabile

Negli ambienti classificati come a maggior rischio in caso di incendio, a causa della presenza di materiale infiammabile, gli impianti elettrici devono soddisfare le seguenti ulteriori prescrizioni particolari:

[13] tutti i componenti dell'impianto, ad eccezione delle condutture, gli apparecchi di illuminazione ed i motori, devono essere posti dentro involucri con grado di protezione almeno IP4X;

[14] i componenti elettrici devono essere ubicati o protetti in modo da non essere soggetti allo stillicidio di eventuali combustibili liquidi;

[15] quando si prevede che si possa accumulare polvere sugli involucri di componenti dell'impianto in quantità sufficiente a causare un rischio di

incendio, devono essere presi adeguati provvedimenti per impedire che questi involucri raggiungano temperature eccessive;

[16] i motori che sono comandati automaticamente o a distanza e che non sono sotto continua sorveglianza, devono essere protetti contro le temperature eccessive mediante un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi con ripristino manuale o mediante un equivalente dispositivo di protezione contro i sovraccarichi; i motori con avviamento stella triangolo, non provvisti del cambio automatico della connessione da stella a triangolo, devono essere protetti contro le temperature eccessive anche nella connessione a stella;

[17] se nell'ambiente, può esserci rischio di incendio dovuto a polvere o fibre, gli apparecchi di illuminazione devono essere costruiti in modo che, in caso di guasto, sulla loro superficie, si presenti solo una temperatura limitata e che polvere e/o fibre non possano accumularvisi in quantità pericolose;

[18] gli apparecchi di accumulo del calore devono essere del tipo che impedisca l'accensione, da parte del nucleo riscaldante, della polvere e/o delle fibre combustibili.

Le prescrizioni elencate sono da applicare generalmente a tutto l'ambiente considerato; nei casi particolari nei quali il volume del materiale combustibile sia ben definito, prevedibile e controllato, la zona entro la quale gli impianti elettrici devono soddisfare le prescrizioni sopra elencate può essere delimitata dalla distanza dal volume del materiale combustibile oltre la quale le temperature superficiali, gli archi e le scintille che possono prodursi sia nel funzionamento ordinario che in casi di guasto, non possono più innescare l'accensione del materiale combustibile stesso.

In mancanza di elementi precisi di valutazione delle caratteristiche del materiale infiammabile o combustibile e del comportamento in caso di guasto dei componenti elettrici, si devono assumere distanze non inferiori alle seguenti:

- 1,5 m. in orizzontale, in tutte le direzioni e comunque non oltre le pareti che delimitano il locale e relativa aperture provviste di serramenti;
- 1,5 m. in verticale, verso il basso e comunque non al di sotto del pavimento;
- 3 m. in verticale, verso l'alto e comunque non al di sopra del soffitto.

2 – PRESCRIZIONI GENERALI

2.1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente progetto è realizzato in conformità alle seguenti norme e disposizioni di carattere generale:

- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) per gli impianti elettrici;
- Prescrizioni e raccomandazioni della società fornitrice energia elettrica (ENEL);
- Prescrizioni e raccomandazioni del Comando provinciale dei vigili del fuoco;
- Leggi e decreti dello Stato Italiano

2.1.1 - Leggi di carattere generale

- LEGGE 1 marzo 1968, n° 186
  "*Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici*".

- D. Lgs. 9 aprile 2008 n.81
  "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

- D. Lgs. 3 agosto 2009 n.106
  "Disposizioni Integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81,in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

- DLgs 19 marzo 1996, n° 242
  "*Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n° 626*

- DPR 462/2001
  "*Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti pericolosi.*

- DM 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*".

2.1.2 – Apparecchiature e componenti per bt

Quadri e interruttori

- DPR 27 aprile 1955, n° 547 -
  - Art. 287 - quadri di distribuzione e di manovra -
  - Art. 288 - interruttore generale
  - Art. 290 - interruttori elettrici e simili
- CEI EN 60947-1/A2 – CEI 17-44 Apparecchiature a bassa tensione
- CEI EN 60947-2 CEI 17-5 Apparecchiature a bassa tensione
  Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 61439-1 prestazioni obbligatorie valide per tutti i tipi di quadro elettrico per bassa tensione;
- CEI EN 61439-2 normativa relativa ai quadri di potenza;
- CEI EN 61439-3 normativa relativa ai quadri di distribuzione finale;
- CEI EN 61439-4 normativa relativa ai quadri per cantieri;
- CEI EN 61439-5 normativa relativa ai quadri di distribuzione di potenza;
- CEI EN 61439-6 normativa relativa ai quadri per sistemi di sbarre.
- CEI EN 50274 CEI 17-82 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione - Protezione contro le scosse elettriche Protezione dal contatto diretto accidentale con parti attive pericolose
- CEI EN 60898-1 CEI 23-3/1 - CEI EN 60898-2 CEI 23-3/2 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
-

Prese a spina

- DPR 27 aprile 1955, n° 547 – Artt. 309 - 314 - macchine ed apparecchi elettrici mobili e portatili
- CEI EN 23-124;V1 Spine e prese per usi domestici e similari
- CEI EN 60309-1/A1/EC - CEI 23-12/1;EC1 - prese a spina per usi industriali Spine e prese per uso industriale Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 60309-2/A2 - CEI23-12/2;V3 Spine e prese per uso industriale Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici
- CEI EN 60309-4/A1 - CEI 23-12/4;V1 Spine e prese per uso industriale Parte 4: Prese fisse e mobili con interruttore, con e senza dispositivo d'interblocco
- CEI 23-122 - Spine e prese per usi domestici e similari
  Parte 2-3: Prescrizioni particolari per prese con interruttore senza dispositivo di interblocco per installazioni fisse
- CEI 23-123 - Spine e prese per usi domestici e similari
  Parte 2-6: Prescrizioni particolari per prese con interruttore con dispositivo di interblocco per installazioni fisse

Cassette di Giunzione

- CEI EN 60998-1 - 23-20 - Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari

Tubi e canali portacavi

- CEI EN 61537 - CEI 23-76 Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini
- CEI EN 50085-2-1/A1 – CEI 23-93;V1 Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche
- CEI EN 61386 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche

Cavi e conduttori elettrici

- CEI 20-20 - cavi isolati con polivinilclururo con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 20-21/1 - calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1, in regime permanente. (fattore di carico 100 %)
- CEI 20-24/ab - giunzioni e terminazioni per cavi di energia - fasc. 550
- CEI 20-33/ab - giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione Uo / U non superiore a 600 / 1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua
- CEI 64.8/5 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. – Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Illuminazione

- UNI EN 12464-1 Illuminazione dei luoghi di lavoro – Parte 1 Luoghi di lavoro interni

2.1.3 – Sicurezza e antinfortunistica

Sicurezza e antinfortunistica

Gli impianti elettrici sono stati realizzati rispettando le prescrizioni delle norme impiantistiche, per quanto riguarda sicurezza e antinfortunistica delle persone:

- DPR 27 aprile 1955, n° 547
- DLgs 19 marzo 1996, n° 242
- DLgs. 9 aprile 2008 n° 81

Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza - fasc. 1919

Protezione contro gli effetti termici

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione delle condutture contro le sovracorrenti di sovraccarico e Cortocircuito

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione contro le sovratensioni

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione contro le tensioni di contatto e impianto di terra

- CEI EN 61936-1 - CEI 99-2 - impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata.
- CEI EN 505221 - CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1 kV c.a.
- CEI 64.8/5 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Calcolo delle correnti di corto circuito

- CEI EN 60909-0 – CEI 11-25 Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata

Norme Connessione Utenti Attivi

- CEI 0-21 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica

2.1.4 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO MT

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

- CEI EN 505221 - CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1 kV c.a.
- CEI 0-16 – CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI EN 62271 – CEI 17-100 Apparecchiatura ad alta tensione

Norme Connessione Utenti Attivi

- CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

2.2 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

2.2.1 – Generalità

Negli schemi allegati alla presente relazione tecnica è indicata la distribuzione planimetrica delle apparecchiature degli impianti elettrici e le loro principali caratteristiche.

Nella scelta dei materiali non univocamente specificati negli elaborati, si prescrive che:

- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono essere tali da resistere alle sollecitazioni di tipo meccanico, chimico, termico o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante il loro esercizio;
- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici dovranno rispondere alle caratteristiche nominali del circuito in cui verranno installate in termini di potenza, tensione, portata di corrente e frequenza;
- tutti i materiali per l'esecuzione delle opere previste, dall'oggetto della presente relazione devono avere caratteristiche tali da rispondere totalmente alle relative norme CEI ed alle tabelle CEI – UNEL attualmente in vigore.

2.2.2 – Condutture Elettriche

Le condutture elettriche dovranno essere realizzate in modo tale da adempiere alle seguenti prescrizioni.

Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione

In base alle norme specifiche avremo:

- il colore giallo/verde per i conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali
- il colore blu chiaro per i conduttori di neutro
- i colori marrone, grigio, nero ecc. per gli altri conduttori

Sezioni minime dei conduttori di fase

Per cavi realizzati in rame, nel caso d'installazioni fisse:

- circuiti di utilizzazione luce 1,5 mmq.;
- circuiti di utilizzazione F.M. 2,5 mmq.
- circuiti di comando $S \geq 0.5$ mmq. (0.1 mmq. apparecchiature elettroniche)

Sezioni minime dei conduttori di protezione

Tra sezione del conduttore di fase S (mmq.) e sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp (mmq.) deve sussistere la seguente relazione:

- se $S \leq 16$ $\Rightarrow$ $Sp = S$
- se $16 < S \leq 35$ $\Rightarrow$ $Sp = 16$
- se $S > 35$ $\Rightarrow$ $Sp = S / 2$

2.2.2.1 – Tipologia dei Cavi

I cavi elettrici da utilizzare nell'impianto devono essere conformi alle norme CEI/UNEL indicate.

In particolare per questa tipologia di impianto sono da utilizzare cavi antifiamma del tipo:

- FG7OR 0.6 / 1 kV, CEI 20 – 13
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in gomma HEPR ad alto modulo, con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (CEI 20-11 e CEI 20-34); guaina in PVC di qualità Rz, colore grigio; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali; adatti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari; possono essere direttamente interrati.
- N07V-K 450/750V, CEI 20 - 20
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità R2;. adatti per installazione fissa e protetta su o entro apparecchi di illuminazione, all'interno di apparecchiature di interruzione e di comando, per tensioni sino a 1000 V in corrente alternata o 750 V in corrente continua;
- FROR 450/750V, CEI 20 – 14

Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità TI2; guaina in PVC di qualità TI2, colore grigio chiaro; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali; adatti per posa fissa all'interno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari.

- FG7OH2R 0.6 / 1 kV CEI 20 – 13
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso flessibile in classe 5; isolamento in gomma HEPR ad alto modulo, con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (CEI 20-11 e CEI 20-34); schermatura a treccia di capillari di rame rosso elettrolitico; guaina in PVC di qualità Rz,colore grigio; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali ed apparecchiature dove si necessita una particolare protezione da disturbi statici, magnetici; adatti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari
- FR2OH2R 450/750V, CEI 20 – 14
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità R2, colore grigio; schermatura con treccia di rame rosso; guaina in PVC di qualità RZ, colore grigio; cavo con particolari caratteristiche di protezione da interferenze elettrostatiche ed elettromagnetiche, adatti per trasmettere segnali elettrici di comando protetti da interferenze e disturbi esterni; adatti anche per l'alimentazione di valvole, attivazione di circuiti di allarme o blocco relè, e similari; adatti per posa fissa all'interno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari;
- FTG10(O)M1 0.6 / 1 kV CEI 20-45, CEI 20–37, CEI 20–36
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; barriera antifuoco in mica; isolamento con mescola elastomerica G10; riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico; guaina termoplastica speciale tipo M1; adatti 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; adatti per installazione nei luoghi nei quali in caso di incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e nelle quali si vogliano evitare danni le strutture, alle apparecchiature, ai beni comunque presenti od esposti; adatti per alimentazione di uscite di sicurezza, segnalatori di fumi o gas, scale mobili; adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.
- CAVO TELEFONICO TR/R – TR/HR , CEI 46 – 5
  Conduttore a filo unico di rame stagnato; isolamento in PVC; schermatura con nastro di alluminio accoppiato (solo per versione TR/HR); guaina In PVC, colore grigio; per le loro caratteristiche di elevata autoestinguenza e

ridotta corrosività, sono adatti per impianti di distribuzione all'interno di edifici civili o industriali.

- CAVO DATI UTP 6 , IEC 61156 - EN 50288-6 ,IEC 11801 2nd Ed. - EN 50173 2nd Ed.,EIA/TIA 568 B.2.1
  Cavo realizzato con 4 coppie di conduttori 23 AWG in rame rosso monofilare, con isolamento in polietilene; conduttori delle coppie incollati, con separatore centrale a crociera flessibile; guaina: in PVC oppure in halogen free, colore grigio o blu; adatto per cablaggio strutturato cat.6.
- CAVO DATI FTP 6 , IEC 61156 - EN 50288-6 ,IEC 11801 2nd Ed. - EN 50173 2nd Ed.,EIA/TIA 568 B.2.1
  Cavo realizzato con 4 coppie di conduttori 23 AWG in rame rosso monofilare, isolati in polietilene, con separatore centrale flessibile; schermatura con foglio alluminio/poliestere con piega di corto circuito, filo di continuità 26 AWG in rame stagnato; guaina in PVC oppure in halogen free, colore grigio o blu; adatto per cablaggio strutturato cat.6.
- CAVO TV
  Conduttore a filo unico di rame rosso ricotto o stagnato; isolamento In polietilene espanso; schermatura con combinazione di nastri accoppiati alluminio/poliestere con treccia di rame rosso o stagnato; guaina in PVC di qualita Rz; adatti per la trasmissione di segnali televisivi negli impianti di discesa d'antenna personali e centralizzati, per ricezione TV terrestre o via satellite
- CAVO IMPIANTI ALLARME
  Conduttore in rame rosso flessibile in classe 5, isolamento in mescola di PVC tipo R2 antifiamma a norme CEI 20-22 II,CEI 20-37/1;conduttori cordati
  tra loro;schermatura globale a nastro di alluminio/poliestere con conduttore di continuità in rame rosso guaina in mescola di PVC di tipo Rz antifiamma a norme CEI 20-22 II, CEI 20-37/1 di colore blu; Cavo schermato per impianti di allarme, antifurto ed antincendio.

2.2.3 – Quadri Elettrici

I quadri dovranno essere realizzati in conformità delle norme CEI 17-13(EN 60 439-1) che regola la costruzione ed il collaudo delle apparecchiature assiemate di comando e di protezione dei circuiti in bassa tensione (AS e ANS).

Se richiesto, saranno dotati di strumenti di misura da incasso e/o di spie luminose.

Tutte le linee dei circuiti in partenza dai quadri saranno protette da interruttori automatici muniti di relè magnetici per i corto circuiti e relè termici per i sovraccarichi, debitamente dimensionati, i primi in funzione delle correnti di cortocircuito che possono presentarsi sulla linea da proteggere, i secondi in funzione della corrente massima ammissibile (come da normativa CEI) per la linea da proteggere.

A protezione contro i contatti indiretti e in coordinamento con l'impianto di messa a terra, le linee in partenza dai quadri di distribuzione saranno protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori a relè differenziale.

In generale le apparecchiature saranno del tipo modulare ed avranno le connessioni accessibili per il montaggio e la manutenzio ne con la rimozione dei pannelli anteriori, fissati con viti o mobili su cerniere.

I quadri saranno dotati di adeguati interruttori di riserva, nonché di spazio sufficiente per aggiunte di ulteriori interruttori; il margine di spazio libero dovrà essere non inferiore al 30%.

All'interno, i quadri dovranno essere dotati di pannelli frontali incernierati con chiusura a mezzo viti, opportunamente finestrati per l'azionamento delle apparecchiature; queste ultime dovranno essere dotate di targhette pantografate per l'identificazione delle utenze.

Se prescritto, i quadri dovranno essere dotati anche di pannelli di segregazione interna per la separazione tra i vari sistemi dell'impianto.

La distribuzione interna per i quadri sarà realizzata tramite barre collettrici opportunamente identificate e le derivazioni da dette barre dovranno essere realizzate tramite conduttori antifiamma N07V/K in canaline in P.V.C. autoestinguente, complete di setti divisori ove necessario oppure tramite le apposite barre di derivazione fornite dai costruttori.

Le sezioni dei conduttori di cablaggio impiegati dovranno essere correlate con le tarature dei relativi interruttori.

Ogni connessione sarà eseguita con capicorda terminali e viti.

Dovranno essere eseguiti tutti i necessari contrassegni d'identificazione dei conduttori e dei morsetti.

I collegamenti tra gli interruttori delle varie sezioni dovranno essere realizzati con pettini di distribuzione di opportuna portata.

I cablaggi interni dovranno essere realizzati in modo da rendere minimo il numero degli incroci tra conduttori e dei ponticelli tra interruttore ed interruttore.

I quadri, le apparecchiature e le connessioni saranno dimensionate per reggere le sollecitazioni elettrodinamiche di corto circuito prevedibili in base alla struttura dell'impianto.

Gli involucri dei quadri dovranno essere in grado di dissipare una potenza non inferiore a quella totale dissipata dai dispositivi interni, al fine di mantenere la temperatura nel range che garantisce l'idoneo funzionamento dei dispositivi stessi.

Il calcolo della potenza totale dissipata dai dispositivi interne sarà effettuato sommando le potenze dissipate da ogni singolo dispositivo, così determinabili:

- per i dispositivi di manovra e comando, la potenza dissipata dal dispositivo si determina moltiplicando la potenza dissipata da ciascun polo (indicata dal costruttore), per il numero dei poli, per il fattore di contemporaneità K (calcolato come il rapporto tra la corrente di impiego dell'utenza $\mathbf{I_b}$ e la corrente nominale del dispositivo $\mathbf{I_n}$)
- per i dispositivi ausiliari (lampade, trasformatori, ecc.) il costruttore indica direttamente la potenza dissipata.

La potenza dissipata dall'involucro può essere determinata in base alle indicazioni del costruttore, il quale ne fornisce direttamente il valore oppure fornisce la metodologia di calcolo della stessa.

Ciascun quadro sarà dotato di un proprio collettore di terra da collegare con l'impianto di terra esistente e dal quale si deriveranno tutti i conduttori di protezione in partenza delle linee di distribuzione ed ogni quant'altro non garantisca una perfetta continuità elettrica.

Per ogni quadro, infine, sarà predisposto uno schema unifilare formato UNI con l'indicazione di tutte le caratteristiche delle apparecchiature, la taratura dei relè e dei fusibili, i riferimenti alle morsettiere numerate ed ogni altra indicazione per rendere facile e chiaro il controllo delle connessioni e l'eventuale sostituzione di qualsivoglia apparecchiatura; ogni quadro dovrà avere una tasca per il contenimento dello schema elettrico; tale tasca sarà situata sulla faccia interna dello sportello.

Il posizionamento dei quadri e la loro composizione risultano dai relativi elaborati di progetto.

2.2.4 – Canalizzazioni

Le modalità di posa delle condutture devono essere in accordo con la tabella 52A della Norma CEI 64-8/5 che tiene conto delle caratteristiche dei cavi utilizzati.

Le vie cavi sotto traccia in muratura, saranno da realizzare mediante tubo realizzato in PVC spiralato, autoestinguente secondo la norma CEI 23-14, con grado di protezione IP 65 e raccordi di tipo Universale, temperatura d'esercizio da –10° C a + 70° C.

I canali portacavi da posare tipo battiscopa sono da realizzare in materiale, autoestinguente secondo la norma CEI 23-19. Grado di protezione IP 40 con raccordi di tipo Universale, temperatura d'esercizio da –10° C a + 60° C

Le vie cavi esterne saranno da realizzare in passerella metallica in lamiera di acciaio zincato a caldo tipo sendzimir oppure in tubo rigido di acciaio zincato tipo taz, con derivazione finale verso l'utenza da realizzare in tubo rigido di acciaio zincato tipo taz, o in guaina PVC liscio autoestinguente o in guaina spiralata metallica, completa dei necessari raccordi.

Le vie cavi interrate saranno da realizzare mediante tubo in PVC rigido serie pesante.

Medesime canalizzazioni non conterranno mai cavi ad utilizzazione diversa.

La sezione interna ($\mathbf{S_{int}}$) delle canalizzazioni ed il diametro interno delle tubazioni ($\mathbf{D_{int}}$) saranno determinate rispettivamente dalle relazioni:

- **Sint > 1,5 • Dc;**
- $\mathbf{D_{int} > 1,3 \cdot D_c}$;

essendo $\mathbf{D_c}$ il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuti nelle canalizzazioni medesime; in ogni caso il diametro minimo ammesso sarà di 16 mm.

Le canalizzazioni avranno percorsi unicamente orizzontali e verticali.

Nei punti di derivazione o di cambiamento di sezione saranno impiegati dei raccordi ortogonali o dei giunti adeguati in modo che sia garantito il facile inserimento dei cavi da alloggiare.

Le modalità di posa delle condutture devono essere in accordo con la tabella 52A della Norma CEI 64-8/5 che tiene conto delle caratteristiche dei cavi utilizzati.

2.2.5 – Giunzioni

Le connessioni tra i conduttori e tra i conduttori e gli altri elementi devono assicurare una continuità elettrica e prestare un'adeguata resistenza meccanica. Le connessioni devono essere situate in involucri che forniscano una protezione meccanica adeguata e devono essere accessibili per l'ispezione, le prove e la manutenzione.

Le connessioni devono essere realizzate mediante mezzi di connessione destinati a questo scopo, i quali devono essere scelti in modo tale da assicurare che le stesse connessioni possano sopportare le sollecitazioni provocate dalle correnti ammissibili nelle condutture in servizio ordinario e dalle correnti di cortocircuito determinate sulla base delle caratteristiche dei dispositivi di protezione.

I vari cavi e cordette saranno collocati in opera e saranno congiunti per le sezioni maggiori di 6 mmq. mediante morsetti fissi, mentre per sezioni fino a 6

mmq.. con morsetti a cappuccio; le giunzioni saranno ammesse solo entro a cassette di derivazione.

Le giunzioni, le derivazioni, i terminali dei cavi e cavetti unipolari o multipolari saranno eseguite in conformità delle norme CEI.

2.2.6 – Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione in esecuzione da incasso saranno in P.V.C. con grado di protezione non inferiore a IP40; in esecuzione da esterno saranno in lamiera pressofusa o in resina rinforzata, entrambe comunque con grado di protezione IP55.

Il coperchio sarà fissato mediante viti di ottone cromato o acciaio cadmiato da avvitarsi sulle madreviti poste sulle cassette; sarà esclusa la chiusura a pressione del coperchio sulla cassetta stessa.

Le cassette saranno corredate di morsetti a cappuccio; morsetti e cavi saranno contraddistinti per una esatta identificazione.

Le cassette saranno collocate in opera senza coperchio, ma con l'otturazione protettiva delle madreviti durante l'esecuzione dei lavori murari.

La dimensione minima interna ammessa per le cassette di derivazione è di 60 mm. di diametro oppure di 65 mm. di lato.

Nel caso di installazione di cassette di derivazione all'interno dei pozzetti, saranno da utilizzare cassette di derivazione con riempimento in resina, con grado di protezione IP67; in alternativa, all'interno della cassetta dovrà essere realizzata una colata di paraffina a sigillo della giunzione, al fine di raggiungere il grado di protezione IP67.

2.3 – IMPIANTO DI TERRA

Le caratteristiche dell'impianto di terra devono soddisfare le prescrizioni di sicurezza e funzionali dell'impianto elettrico.

Esso è composto da un dispersore di terra collegato al collettore principale di terra, posizionato generalmente nel quadro principale di distribuzione;dal collettore partono i conduttori di protezione verso tutte le utenze, le masse e le masse estranee.

2.3.1 – Collettori (o nodi) principali di terra

In ogni impianto deve essere usato un morsetto od una sbarra per costituire

un collettore principale di terra al quale si devono collegare i conduttori di terra, i conduttori di protezione e i conduttori equipotenziali.

Il collettore principale di terra verrà realizzato mediante apposito morsetto per collegamenti equipotenziali realizzato in ottone nichelato, con vite di serraggio a frizione in acciaio zincato in modo tale da soddisfare le prescrizioni della norma.

2.3.2 – Dispersore di terra

Il dispersore di terra è un corpo metallico o complesso di corpi metallici, posto in contatto elettrico con il terreno ed utilizzato intenzionalmente o di fatto per disperdere le correnti elettriche.

Il dispersore intenzionale è un corpo metallico installato unicamente per lo scopi inerenti la messa a terra di impianti elettrici; il dispersore di fatto è un corpo metallico in contatto diretto con il terreno o tramite calcestruzzo, la cui installazione viene effettuata per scopi diversi dalla messa a terra di impianti elettrici (ad esempio ferri di armatura).

I dispersori intenzionali possono essere realizzati mediante:

- dispersori a picchetto o a piastra, destinati all'infissione nel terreno;
- dispersori ad anello, costituiti da conduttori nudi (corde o nastri), interrati ad almeno 50 cm. di profondità), normalmente disposti seguendo il perimetro del fabbricato;
- dispersori a maglia, derivati dai dispersori ad anello prevedendo collegamenti tra diversi punti dell'anello.

Sia i dispersori ad anello che i dispersori a maglia, possono essere integrati con elementi infissi verticalmente (picchetti).

2.3.3 – Conduttori di terra

I conduttori di terra sono i conduttori di protezione che collegano il dispersore di terra ai collettori principali di terra; saranno realizzati in cavo tipo N07V-K di colore giallo / verde.

Il collegamento dei conduttori di terra al dispersore deve essere assicurato mediante apposito morsetto capocorda a quattro bulloni realizzato in ottone nichelato, adatto per dispersori a croce.

La sezione dei conduttori di terra dovrà verificare la relazione (4) per la protezione contro le correnti di cortocircuito (cfr. par. 9.2 protezione contro le correnti di cortocircuito): in ogni caso la sezione minima ammessa per i conduttori di terra sarà di 16 mmq.

2.3.4 – Conduttori di protezione

I conduttori di protezione sono i conduttori che realizzano i collegamenti prescritti per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti (dispersore – nodo principale di terra – masse – masse estranee).

La sezione dei conduttori di protezione dovrà verificare la relazione (4) per la protezione contro le correnti di cortocircuito (cfr. par. 2.4.2 protezione contro le correnti di cortocircuito)

La minima sezione ammissibile dei conduttori di protezione sarà dunque determinata con la formula inversa della (4), ovvero:

$$S = \frac{\left[I \times \sqrt{t}\right]}{K} \qquad (9)$$

dove:

- I è uguale alla corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile;
- t è uguale al tempo di intervento del dispositivo di protezione
- K coefficiente che, per i conduttori in rame, vale:
  - 115 se isolati in PVC
  - 135 se isolati in gomma ordinaria o gomma butilica
  - 143 se isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato

Ottemperando però a quanto già visto nel paragrafo 6.2, in merito alla sezione minima utilizzabile, la sezione dei conduttori di protezione può essere scelta con i criteri indicati in tale paragrafo; non è necessario quindi eseguire la verifica della precedente relazione (9).

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a 2,5 mm^2 se è prevista una protezione meccanica o inferiore a 4 mm^2 se non è prevista una protezione meccanica.

I conduttori di protezione sono realizzati mediante cavo tipo N07V – K di colore giallo / verde.

2.3.5 – Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali sono quei conduttori di protezione che mettono diverse masse e masse estranee al medesimo potenziale. I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella

del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm^2.

2.4 – SISTEMI DI PROTEZIONE

2.4.1 – Protezione dai contatti diretti

La protezione dai contatti diretti nel presente impianto sarà ottenuta mediante l'isolamento delle parti attive. Le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione. L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare le relative norme. (CEI 64-8/4 art. 412.1).

2.4.2 – Protezione combinata dai contatti diretti ed indiretti

La protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti è assicurata quando:

- la tensione nominale non supera 50 V, valore efficace in c.a., e 120 V in c.c.non ondulata;
- l'alimentazione proviene da una delle sorgenti previste dalla norma,quali :
  - Un trasformatore di sicurezza rispondente alle prescrizioni di sicurezza della Norma CEI 96-2, o una sorgente con un grado di sicurezza equivalente;
  - Una sorgente elettrochimica indipendente o separata con una protezione da circuiti FELV o da circuiti a tensione più elevata;
  - Una sorgente qualsiasi comunque indipendente da circuiti FELV o da circuiti a tensione più elevata;
  - Dispositivi elettronici conformi alle normative appropriate, per i quali siano stati adottati provvedimenti tali da assicurare che, anche in caso di guasto interno, la tensione ai morsetti di uscita non possa superare i valori sopra indicati;
- sono soddisfatte le prescrizioni per i circuiti SELV, oppure le prescrizioni per i circuiti PELV.

2.4.2.1 – Prescrizioni Comuni per i circuiti SELV e PELV

Condizioni di installazione dei circuiti

La parti attive dei circuiti SELV e PELV devono essere separate le une dalle altre, ed inoltre entrambe devono essere separate sia dai circuiti FELV che da

circuiti a tensione più elevata mediante separazione di protezione.

La separazione di protezione deve essere realizzata in uno dei seguenti modi:

- mediante conduttori separati materialmente;
- con i conduttori dei circuiti SELV e PELV muniti, oltre che del loro isolamento principale, di una guaina isolante;
- con i conduttori dei circuiti a tensione diversa separati da uno schermo o da una guaina metallici messi a terra;

Circuiti a tensione diversa possono essere contenuti in uno stesso cavo multipolare o in uno stesso raggruppamento di cavi, a condizione che i conduttori dei circuiti SELV e PELV siano isolati, nell'insieme od individualmente, per la massima tensione presente.

Prese a Spina

Le prese a spina dei sistemi SELV e PELV devono soddisfare i seguenti requisiti:

- le spine non devono poter entrare nelle prese di altri sistemi elettrici, sistema FELV incluso;
- le prese non devono permettere l'introduzione di spine di altri sistemi elettrici;
- le prese e le spine dei circuiti SELV non devono avere un contatto per il collegamento del conduttore di protezione;
- le spine dei circuiti SELV non devono poter entrare nelle prese dei circuiti PELV;
- le spine dei circuiti PELV non devono poter entrare nelle prese dei circuiti SELV.

2.4.2.2 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti SELV

Le parti attive dei circuiti SELV non devono essere collegate a terra e neppure a parti attive od a conduttori di protezione che facciano parte di altri circuiti.

Le masse non devono essere intenzionalmente collegate:

- a terra;
- a conduttori di protezione od a masse di altri circuiti elettrici;
- a masse estranee, con la sola eccezione che il collegamento sia richiesto dalla natura dei componenti dell'impianto e purché tali masse estranee non possano assumere tensioni superiori ai limiti della tensione nominale specificata in precedenza..

Se la tensione nominale supera 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V, in c.c. non ondulata, la protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata da:

- barriere od involucri aventi un grado di protezione non inferiore a IP 2X o IPXXB,

oppure

- un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

Se la tensione nominale non supera 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V, in c.c. non ondulata, la protezione contro i contatti diretti è generalmente assicurata, anche se può essere necessaria in caso di ambienti ed applicazioni particolari a causa di possibili influenze esterne.

2.4.2.3 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti PELV

Nel caso in cui i circuiti siano collegati a terra e non venga espressamente richiesto dalla normativa l'utilizzo dei circuiti SELV, possono essere utilizzati i circuiti PELV.

La protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata da:

- barriere od involucri aventi un grado di protezione non inferiore a IP 2X o IPXXB;

oppure

- un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

In tal caso, la protezione contro i contatti diretti, risulta assicurata se il componente elettrico si trova all'interno di un edificio dove sia stato effettuato il collegamento equipotenziale principale e la tensione nominale non superi:

- 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V in c.c. non ondulata, se il componente elettrico è usualmente utilizzato solo in luoghi asciutti e non si prevedono contatti estesi di parti attive con il corpo umano;
- 6 V, valore efficace in c.a., oppure 15 V in c.c. non ondulata, in tutti gli altri casi.

2.4.2.4 – Circuiti FELV

I circuiti FELV possono essere usati, per assicurare la protezione contro i contatti diretti e indiretti, quando, per ragioni funzionali, si utilizza una tensione inferiore a 50 V, valore efficace in c.a., od a 120 V in c.c. non ondulata, ma non vengono soddisfatte tutte le prescrizioni relative ai sistemi SELV e PELV, purchè gli stessi sistemi SELV o PELV non siano normativamente necessari.

Nei circuiti FELV la protezione contro i contatti diretti deve essere fornita da:

- barriere o involucri aventi un grado di protezione rispondente alla normativa;

oppure

- un isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario, o un isolamento rinforzato in grado di sopportare una tensione di prova di 1500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

Nei circuiti FELV la protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata:

- in un sistema dove sia applicata la misura di protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione e che alimenti il circuito FELV, collegando le masse del circuito FELV al conduttore di protezione del sistema primario;
- in un sistema dove sia applicata la misura di protezione mediante separazione elettrica, collegando le masse del circuito FELV al conduttore equipotenziale isolato non connesso a terra.

Le prese a spina per i circuiti FELV devono soddisfare i seguenti requisiti:

- le spine non possano essere inserite in prese alimentate con altri sistemi di tensione;
- nelle prese non possano essere inserite spine di altri sistemi di tensione.

2.4.3 – Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti è assicurata dalla interruzione automatica della alimentazione, come richiesto dalla normativa, quando, in caso di guasto, si possono avere effetti fisiologici dannosi in una persona a causa del valore e della durata della tensione di contatto.

L'impianto utilizza un modo di collegamento a terra TN-S, per cui tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione, devono essere collegate tutte allo stesso impianto di terra. Sulla base della pubblicazione IEC 479, la quale definisce i criteri con cui valutare la capacità che hanno le persone di sopportare la corrente senza che si manifestino effetti fisiologici pericolosi, sono stati determinati dei metodi convenzionali che permettono di valutare i tempi di intervento dei dispositivi di protezione, nei sistemi TN, in funzione della tensione nominale (vedi tabella 41A).

Tab. 41A **Tempi massimi di interruzione per sistemi TN**

U_0(V)	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Secondo le prescrizioni normative, le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si verifica un guasto di impedenza trascurabile in una qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione, oppure tra un conduttore di fase ed una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la condizione:

$$Z_S \cdot I_a \leq U_0 \qquad (1)$$

dove:

- Z_S è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente
- I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la I_a è la corrente differenziale $I_{\Delta n.}$
- U_0 tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase – terra) in Volt

La verifica della protezione dai contatti indiretti comporta, dunque, il soddisfacimento della condizione (1) con il valore di corrente determinato sulle curve di intervento tempo-corrente dei vari dispositivi di protezione, in corrispondenza del tempo individuato sulla tabella 41A della norma 64-8/4, conseguentemente al valore della tensione nominale tra fase e terra.

Per quelle partenze di alimentazione per le utenze che risultano protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori differenziali assumeremo quale corrente di intervento del dispositivo di protezione, la corrente differenziale; nel caso di dispositivi regolabili, in via cautelativa ai fini della sicurezza, assumeremo il massimo valore di taratura del dispositivo stesso.

La verifica verrà condotta in termini di lunghezza, ovvero determinando dalla relazione (1), con la formula inversa, l'impedenza dell'anello di guasto limite che soddisfa tutte le condizioni; da tale impedenza di anello di guasto limite, essendo ovviamente note le resistenza e la reattanza unitaria del cavo nonché la sua sezione, si ricava la lunghezza limite del cavo al di sotto della quale la condizione (1) risulta soddisfatta; per verificare la relazione (1) risulta quindi sufficiente verificare che la lunghezza del cavo in esame sia inferiore o uguale alla suddetta lunghezza limite calcolata.

Ricapitolando, la metodologia da seguire risulta pertanto la seguente:

- dalla tabella 41A della norma 64-8/4 si ricava in funzione della tensione nominale fase terra (tensione stellata) il tempo limite di intervento delle

protezioni;

- sulle curve tempo-corrente dei dispositivi di protezione si ricava il valore di corrente che provoca l'intervento del dispositivo entro il tempo limite fissato al punto precedente; nel caso di dispositivi differenziali, tale valore diviene proprio il valore di corrente differenziale (se regolabili, massima corrente di taratura);
- dalla relazione inversa della (1) si ricava il valore massimo della impedenza di guasto ammissibile in considerazione dei valori di tensione e di corrente determinati;
- ricordando che il valore dell'impedenza di guasto è dato dalla serie della impedenza equivalente della sorgente di alimentazione (valore noto), della impedenza del conduttore di fase (dalla sorgente al punto di guasto) e della impedenza del conduttore di protezione (dal punto di guasto alla sorgente) ed osservando che di queste ultime due sono note le sezioni e quindi i parametri unitari, mentre l'unico parametro variabile risulta la lunghezza, si ricava la lunghezza del cavo corrispondente alla impedenza dell'anello di guasto calcolata: tale lunghezza del cavo risulta pertanto la massima lunghezza ammissibile rimanendo verificata la condizione (1);
- si verifica che la lunghezza del cavo di alimentazione della utenza sia inferiore od al limite uguale al valore di lunghezza precedentemente calcolato.

2.4.3.1 – Protezione dai contatti indiretti sotto UPS

La protezione dai contatti indiretti è assicurata da un interruttore differenziale nel funzionamento da rete e da generatore.

Quando il sistema funziona in isola con le batterie dell'UPS, non si applica la protezione dai contatti indiretti per separazione elettrica, perché il trasformatore dell'UPS non è in genere di isolamento e comunque le masse sono collegate a terra; questo collegamento a terra è necessario per fronteggiare il guasto a terra nell'alimentazione di rete.

Il sistema elettrico a valle del trasformatore è isolato da terra, e nel funzionamento in isola costituisce un piccolo sistema IT.

In questo contesto la corrente di primo guasto a terra è di natura capacitiva e data la limitata estensione del circuito è dell'ordine di pochi milliampere, quindi non introduce tensioni pericolose; un secondo guasto a terra costituisce per l'UPS un cortocircuito che provoca entro pochi secondi il distacco dell'inverter.

In considerazione della limitata estensione dei circuiti alimentati dall'UPS,

tenuto conto del breve tempo per il quale l'UPS può funzionare in isola (di solito il tempo di avviare il generatore, se presente, e comunque inferiore alla due ore) e quindi della piccola probabilità che si verifichi un primo guasto a terra, risulta accettabile la non installazione di un dispositivo di segnalazione di primo guasto a terra.

2.5– PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI

2.5.1 – Protezione contro le correnti di sovraccarico

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito, prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circondante le condutture. Le caratteristiche di funzionamento di tali dispositivi devono rispondere alle seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad (2)$$
$$I_f \leq 1.45 \cdot I_z \qquad (3)$$

dove:

- I_b corrente di impiego del circuito
- I_z portata in regime permanente della conduttura. Per la determinazioni di tali portate si fa riferimento alla tabella CEI UNEL 35024-70. Inoltre si dovrà tener conto di un coefficiente K_{tot} che tiene conto dell'influenza delle differenti condizioni di installazione. La portata effettiva sarà data dal prodotto del valore indicato dalla tabella per K_{tot}, che si ottiene a sua volta moltiplicando i fattori correttivi K_1, K_2, dedotti dalle tabelle T1, T2, T3 e T4:
  - K_1 è il fattore di correzione da applicare se la temperatura ambiente è diversa da 30 °C (tab. T1)
  - K_2 è il fattore di correzione per i cavi installati in fascio o in strato (tab. T2) o per i cavi installati in strato su più supporti secondo le modalità di posa CEI 64-8 (tab. T3 per cavi multipolari, tab. T4 per cavi unipolari)
- I_n corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_f corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite; secondo la norma CEI 23– 3 (EN 60947-2) si hanno:

- ❖ int.magnetotermici curva B, C,D;Z $\Rightarrow$ $I_f = 1.3\ I_n$
- ❖ fusibili In ≤ 4 $\Rightarrow$ If = 2.1 In
  4 < In < 16 $\Rightarrow$ If = 1.9 In
  In ≥ 16 $\Rightarrow$ If = 1.6 In

2.5.2 – Protezione contro le correnti di cortocircuito

Devono essere 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.

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti deve rispondere alle due seguenti 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 porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile;deve quindi essere soddisfatta:

$$(I^2t) \leq K^2S^2 \quad (4)$$

  dove:
  - ❖ t durata in secondi
  - ❖ S sezione in mmq.
  - ❖ I corrente effettiva di cortocircuito in A, espressa in valore efficace
  - ❖ K coefficiente che per i conduttori in rame vale:
    - 115 se isolati in PVC
    - 135 se isolati in gomma ordinaria o gomma butilica
    - 143 se isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato
- il potere di interruzione (P_{di}) non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta (I_{cc}) nel punto di installazione (è ammesso il coordinamento)

$$P_{di} \geqslant I_{cc} \quad (5)$$

La relazione (4) suddetta, deve essere verificata per ogni tipo di cortocircuito, tenendo conto della corrente minima e della corrente massima di cortocircuito, possibili in un circuito.

2.5.2.1 - Verifica alle correnti massime di cortocircuito

La massima corrente di cortocircuito presunta, si manifesta generalmente ai

morsetti del dispositivo di protezione nel caso di guasto franco tra le fasi.

Verifichiamo la relazione (4) con il valore di I^2t calcolato al potere d'interruzione dell'interruttore stesso; tale assunzione è cautelativa ai fini della sicurezza, in quanto, da un lato, il valore massimo della corrente di cortocircuito è non superiore al potere di interruzione dell'interruttore e, dall'altro, dall'andamento della curva I^2t/I_{cc} risulta come la massima energia passante si ottenga in corrispondenza del massimo valore della corrente di cortocircuito; in definitiva il valore di energia passante in corrispondenza del valore del potere di interruzione dell'interruttore risulta il massimo possibile.

Il valore dell'I^2t è ricavato dalle curve caratteristiche di limitazione dell'energia specifica passante, per ciascuno dei dispositivi utilizzati; il tipo di dispositivi installati è descritto negli schemi unifilari.

Per i fusibili, questa verifica risulta superflua in quanto, una volta eseguita la verifica alla minima corrente di cortocircuito con le modalità riportate al paragrafo successivo, quest'ultima garantisce anche il soddisfacimento della verifica alle correnti massime di cortocircuito. Infatti, esaminando l'andamento delle curve caratteristiche I^2t/I_{cc} dei fusibili, si rileva come all'aumentare della corrente di cortocircuito (I_{cc}), diminuisca l'energia passante del dispositivo (I^2t); appare allora chiaro come il soddisfacimento della relazione (4) per la minima corrente di cortocircuito garantisca automaticamente il soddisfacimento della stessa relazione per la massima corrente di cortocircuito.

Per il calcolo dell'energia ammissibile del cavo K^2S^2 ricordiamo che, per i cavi in rame e isolati in PVC si ha K = 115, mentre per i cavi in rame e isolati in gomma etilpropilenica si ha K = 143.

2.5.2.2 – Verifica alle correnti minime di cortocircuito

Come corrente di cortocircuito minima, si considera quella corrispondente ad un cortocircuito che si produca tra fase e neutro, nel punto più lontano della conduttura protetta. Dato il differente comportamento dei dispositivi di protezione nei confronti del cortocircuito, il quale comporta un diverso andamento dell'energia passante al variare della corrente, è opportuno distinguere i dispositivi magnetotermici dai fusibili

Esaminiamo dapprima i dispositivi magnetotermici.

La determinazione della minima corrente di cortocircuito presunta, può essere effettuata con la formula riportata di seguito, ammettendo le seguenti ipotesi:

- un aumento del 50 % della resistenza del circuito rispetto al valore a 20 °C, dovuto al riscaldamento dei conduttori causato dalla corrente di cortocircuito

- una riduzione all'80 % della tensione di alimentazione, per effetto della corrente di cortocircuito, rispetto alla tensione nominale di alimentazione.

Si ha quindi la condizione (6) :

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U}{1.5 \cdot \rho \frac{2 \cdot L}{S}}$$

dove:

- I_{cc} corrente di cortocircuito presunta (A)
- U tensione fase-neutro di alimentazione (V)
- ρ resistività del rame a 20 °C $\Rightarrow$ $\rho_{CU\ 20°}$ = 0.018 ($\Omega \cdot mm^2/m$)
- L lunghezza della conduttura protetta (m)
- S sezione del conduttore (mm^2)

Per condurre la verifica della relazione (4) nel caso della minima corrente di cortocircuito, assumiamo quale minima corrente di cortocircuito presunta il minimo valore della corrente di intervento magnetico; in altri termini, assumiamo che il valore della minima corrente di cortocircuito ricada all'interno della zona di sicuro intervento magnetico dell'interruttore. Questa assunzione, ci permette di condurre una verifica semplificata in termini di lunghezza.

Infatti, dall'andamento della curva I^2t/I_{cc}, si evince come, all'interno della zona di sicuro intervento magnetico dell'interruttore, la massima energia passante si ottenga in corrispondenza del massimo valore della corrente di cortocircuito; pertanto, la relazione (4), già verificata con successo per la massima corrente di cortocircuito, rimane soddisfatta anche per la minima corrente di cortocircuito, per la quale avremo un valore di energia passante inferiore al massimo, in conseguenza di quanto appena detto.

Utilizzando allora la relazione (6) con il suddetto minimo valore della corrente d'intervento magnetico dell'interruttore, possiamo calcolare, tramite la relativa formula inversa, la lunghezza massima protetta dal cortocircuito da ciascuno dei dispositivi, essendo nota la sezione della conduttura da proteggere.

La minima corrente di sicuro intervento magnetico è data dalla seguente tabella, salvo diversa indicazione dei costruttori, i quali forniscono direttamente il valore della minima corrente di intervento magnetico.

I_m = corrente minima di sicuro intervento magnetico

Dispositivo di protezione	Curva	I_m
Magnetotermico	B	5 x I_n
Magnetotermico	C	10 x I_n

Magnetotermico	D	20 x I_n
Magnetotermico	K	14 x I_n
Magnetotermico	Z	3,6 x I_n
Salvamotore	FISSA	12 ÷ 16 x I_n

La verifica della relazione (4), per le minime correnti di cortocircuito, può essere così ricondotta semplicemente ad una verifica in termini di lunghezza; si ha pertanto la condizione:

$$L_{linea} < L_{max} \qquad (7)$$

dove:

- L_{linea} lunghezza della linea (m)
- L_{max} lunghezza massima protetta dal cortocircuito (m), calcolata tramite la (6)

La verifica della (7) comporta dunque, che la lunghezza della linea in esame risulti inferiore al valore della massima lunghezza protetta; di conseguenza la minima corrente di cortocircuito possibile, avrà una intensità maggiore del valore minimo che garantisce l'intervento magnetico del dispositivo di protezione e, contemporaneamente, avrà una intensità minore della corrente massima di cortocircuito, portando come conseguenza che la relazione (4) risulta verificata, anche per quanto riguarda le correnti minime di cortocircuito.

Nel caso in cui la verifica della relazione (7) non dia esito positivo, verificheremo direttamente la relazione (4), calcolando tramite la (6) la minima corrente di cortocircuito; con il valore determinato, si ricava, sulla curva I^2t/I_{cc} dell'interruttore, il valore dell'energia passante per condurre la verifica.

Per quanto riguarda i fusibili, abbiamo già anticipato come il valore massimo dell'energia passante si ha per il minimo valore della corrente di cortocircuito (cfr. par.9.2).

Verifichiamo allora la relazione (4), calcolando dapprima il suddetto valore minimo della corrente di cortocircuito e confrontando, quindi, il valore dell'energia ammissibile del cavo K^2S^2 con il valore dell'energia passante I^2t ricavato dalle curve caratteristiche I^2t/I_{cc} di ciascun fusibile in corrispondenza della minima corrente di cortocircuito calcolata

2.5.2.3 - Verifica del potere di interruzione

Il potere di interruzione dei dispositivi di protezione dovrà essere superiore alle correnti di cortocircuito presunte nel punto di installazione dei dispositivi stessi (condizione (5)).

Pertanto gli interruttori da installare in ciascuno dei quadri dell'impianto, dovranno avere un potere di interruzione superiore al valore della corrente di cortocircuito presunta sul quadro di appartenenza.

Sarà possibile utilizzare interruttori con potere di interruzione inferiore ai valori della corrente presunta di cortocircuito, nel caso in cui si verifichino le due condizioni:

- tali interruttori sono a valle di interruttori con potere di interruzione adeguato;
- gli interruttori a monte esercitano una protezione di sostegno tale da "rinforzare" il potere di interruzione degli interruttori a valle; la protezione di sostegno dovrà comunque essere indicata dalle case costruttrici degli interruttori stessi.

2.5.3 – Verifica della Caduta di Tensione

Per un corretto impiego gli utilizzatori devono funzionare al valore della tensione nominale prevista dal costruttore; a tal fine è necessario verificare che le cadute di tensione ΔV siano contenute entro valori limite. Secondo le norme tali cadute di tensione non devono risultare superiori al 4 %.

Il valore di caduta di tensione della linea d'alimentazione trifase risulta

$$\Delta V = 1.732 \times I \times L \times (R\cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) \quad (8)$$

Il valore di caduta di tensione della linea di alimentazione monofase risulta

$$\Delta V = 2 \times I \times L \times (R\cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) \quad (8)$$

dove:

- I corrente nominale d'utilizzo (A)
- L lunghezza della linea (Km)
- φ angolo di sfasamento tra tensione e corrente
- R resistenza di linea (Ω)
- X reattanza di linea (Ω)

Il calcolo di verifica della caduta di tensione viene effettuato in questo modo:

- per quanto riguarda le dorsali dell'impianto viene calcolata la caduta di tensione percentuale effettiva tramite la relazione (8) ;
- per quanto riguarda le linee verso le utenze da ciascun quadro, viene dapprima calcolata la caduta di tensione percentuale presente a monte del quadro stesso sommando le cadute percentuali risultanti delle dorsali precedenti, verificando quindi che per ciascuna utenza la caduta di

tensione percentuale sia inferiore al complemento a quattro della caduta di tensione percentuale presente a monte ; la suddetta verifica viene effettuata mediante una formula inversa delle (8) dalla quale si ricava la lunghezza limite corrispondente alla caduta di tensione massima accettabile ricavata nel modo sopra descritto.

In tal modo su ogni linea vista nella sua interezza, da valle della sorgente di alimentazione all'utenza finale, viene rispettata la condizione posta dalla norma.

2.6 – CONCLUSIONE

Si precisa che l'obiettivo del presente progetto è quello di definire le caratteristiche principali degli impianti che verranno realizzati, in termini di soluzioni scelte e materiali utilizzati.

Si precisa inoltre che eventuali variazioni che dovessero essere effettuare in fase di esecuzione, dovranno essere concordate con il progettista, al fine di rendere conforme alle norme di sicurezza elettrica l'impianto realizzato

Il Progettista
Ing. Bruno Consolato

RELAZIONE TECNICA

IMPIANTO ELETTRICO

CORPO E

INDICE

INDICE 83
1 – PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO 85
1.1 - OGGETTO 85
1.2 – ELENCO ELABORATI 85
1.3 – SCOPO E DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO 85
1.3.1 – DISTRIBUZIONE GENERALE DELL'ENERGIA 86
1.4 - DATI DI PROGETTO 86
1.4.1 - CONDIZIONI AMBIENTALI 86
1.5 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO 87
1.5.1 – GENERALITÀ 87
1.5.2 – CAVI ELETTRICI 87
1.5.3 – QUADRI ELETTRICI 87
1.5.3.1 – Quadro QGMB 87
1.6 – IMPIANTO DI TERRA 88
1. 7 – SISTEMI DI PROTEZIONE 88
1.7.1 – PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI 88
1.9 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 88
1.9.1 – DEFINIZIONE DEGLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 88
1.9.2 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO DI INCENDIO PER LA PRESENZA DI MATERIALE INFIAMMABILE O COMBUSTIBILE IN LAVORAZIONE, CONVOGLIAMENTO, MANIPOLAZIONE E DEPOSITO 89
1.9.3 – PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 90
1.9.4 – PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO PER LA PRESENZA DI MATERIALE INFIAMMABILE 93
2.1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO 95
2.1.1 - LEGGI DI CARATTERE GENERALE 95
2.1.2 – APPARECCHIATURE E COMPONENTI PER BT 96
2.1.3 – SICUREZZA E ANTINFORTUNISTICA 97
2.1.4 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO MT 98
2.2 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO 99
2.2.1 – GENERALITÀ 99
2.2.2 – CONDUTTURE ELETTRICHE 99
2.2.2.1 – Tipologia dei Cavi 43
2.2.3 – QUADRI ELETTRICI 45
2.2.4 – CANALIZZAZIONI 45

2.2.5 – GIUNZIONI 45
2.2.6 – CASSETTE DI DERIVAZIONE.....45
2.3 – IMPIANTO DI TERRA 46
2.3.1 – COLLETTORI (O NODI) PRINCIPALI DI TERRA.....46
2.3.2 – DISPERSORE DI TERRA.....46
2.3.3 – CONDUTTORI DI TERRA 47
2.3.4 – CONDUTTORI DI PROTEZIONE.....47
2.3.5 – CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI 47
2.4 – SISTEMI DI PROTEZIONE 47
2.4.1 – PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI.....47
2.4.2 – PROTEZIONE COMBINATA DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI.....48
2.4.2.1 – Prescrizioni Comuni per i circuiti SELV e PELV 48
2.4.2.2 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti SELV.....48
2.4.2.3 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti PELV.....48
2.4.2.4 – Circuiti FELV 48
2.4.3 – PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI.....49
2.4.3.1 – Protezione dai contatti indiretti sotto UPS 50
2.5– PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI.....53
2.5.1 – PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO.....55
2.5.2 – PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO.....55
2.5.2.1 - Verifica alle correnti massime di cortocircuito 56
2.5.2.2 – Verifica alle correnti minime di cortocircuito 57
2.5.2.3 - Verifica del potere di interruzione.....58
2.5.3 – VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE 59
2.6 – CONCLUSIONE 59

1 – PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO

1.1 - OGGETTO

Il presente progetto riguarda la realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione e forza motrice, a servizio del fabbricato “Corpo E – Magazzino bobine”, facente parte del nuovo insediamento industriale, per la produzione di carta tissue, sito a Montoro in Provincia di Avellino.

1.2 – ELENCO ELABORATI

Il seguente progetto si compone della presente relazione tecnica Dis.n° ST16045400 e dei seguenti allegati:

- Layout distribuzione impianti elettrici Corpo E – Magazzino Bobine Dis. n° ST1604519;

Per il quadro generale si rimanda alla relazione Tecnica distribuzione impianti esterni e i relativi allegati Dis. n° ST16045100;

1.3 – SCOPO E DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Lo scopo del presente progetto è quello di definire i criteri di installazione delle diverse parti di impianto, di calcolare tutte le grandezze elettriche al fine di ottenere un corretto dimensionamento di esse e di fornire delle specifiche tecniche al fine di scegliere del materiale conforme alla normativa vigente in materia di sicurezza elettrica.

La realizzazione dell’impianto elettrico in oggetto prevede, per sommi capi, quanto segue:

- Realizzazione del quadro QGMB – Quadro Generale Magazzino Bobine;
- Realizzazione di tutte le linee in partenza dal quadro QGMB, con tutte le rispettive vie cavi;
- Realizzazione dell’impianto elettrico di illuminazione ordinaria e di emergenza per tutto l’edificio;
- Realizzazione dell’impianto di forza motrice per tutto l’edificio;
- Realizzazione dell’impianto di trasmissione dati;
- Realizzazione dell’impianto di videoserveglianza;

1.3.1 – Distribuzione Generale dell'Energia

L'insediamento industriale è alimentato in media tensione a 20kV , la ricezione della fornitura avviene nella cabina ENEL ai margini della proprietà.

Dalla cabina di consegna si alimenta in media tensione il quadro di di distribuzione MT e da questo la sottocabina Cartiera con i i 4 trasformatori MT/BT 20/0,4kV che alimentano i quadri di bassa tensione da dove parte la linea di alimentazione degli impianti elettrici del corpo E trattati nella presente relazione.

1.4 - DATI DI PROGETTO

Il limite di batteria del presente progetto è rappresentato:

- Dall' interruttore nel quadro PCC nella cabina di cartiera a protezione della linea di alimentazione del Quadro Generale Magazzino Bobine.

L'impianto in oggetto è alimentato in media tensione a 20kV ; i dati di progetto dell'impianto in oggetto risultano:

- Tensione di alimentazione : 20 kV;
- Massimo impegno di potenza : 6 MW;
- Corrente di cortocircuito presunta, al limite di batteria dell'impianto: pari a 16 kA (Valore in MT);
- Modo di collegamento a terra : TN-S;
- Classificazione dell'ambiente in cui si sviluppa l'impianto : ambiente ordinario e ambiente a maggior rischio in caso di incendio.

1.4.1 - Condizioni ambientali

- altitudine : non superiore a 1000 m s.l.m.
- temperatura : min - 15 °C, max. + 40 °C
- umidità : 20 ÷ 90 %
- servizio : interno / esterno

1.5 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

1.5.1 – Generalità

Negli elaborati allegati alla presente relazione tecnica è indicata la distribuzione planimetrica delle apparecchiature degli impianti elettrici e le loro principali
caratteristiche.

1.5.2 – Cavi Elettrici

I cavi elettrici da utilizzare nell'impianto dovranno essere conformi alle norme CEI/UNEL e risulteranno delle seguenti tipologie:

- FG7OR 0.6 / 1 kV;
- N07V-K 450/750V;
- FROR 450/750V;
- FTG10(O)M1 0.6 / 1 kV;
- RG7H1M1 12/20 kV.

1.5.3 – Quadri Elettrici

I quadri elettrici dell'impianto dovranno essere realizzati in conformità delle norme tecniche vigenti che regola la costruzione ed il collaudo delle apparecchiature assiemate di comando e di protezione dei circuiti in bassa tensione.

Inoltre i quadri elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI".

1.5.3.1 – Quadro QGMB

Il quadro QGMB verrà installato nell'area Magazzino Bobine come si evince dal layout allegato e risponderà alle seguenti specifiche tecniche:

- Involucro : armadio in lamiera di acciaio;
- Grado di protezione: IP 65;
- Corrente nominale : 63A;
- Valore corrente di cortocircuito di progetto : 6 kA (Valore in BT);
- Collettore di terra: collegato all'anello di terra di stabilimento.

•

1.6 – IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra generale sarà costituito da un dispersore di terra distribuito lungo tutto il perimetro della superficie dell'attività (anello di fabbricato), composto da un anello di corda nuda di rame che interconnette picchetti infissi nel terreno ed i ferri di armatura dei vari fabbricati. L'impianto di terra verrà connesso all'impianto di terra delle cabine, in modo da formare un unico dispersore generale.

1. 7 – SISTEMI DI PROTEZIONE

La protezione dai contatti diretti nel presente impianto sarà realizzata secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI" .

1.7.1 – Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti nel presente impianto sarà realizzata secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI".

Per le utenze che risulteranno protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori differenziali, assumeremo quale corrente di intervento del dispositivo di protezione, la corrente differenziale, pari a $I_{\Delta n}$ = 0.3 / 0.03 A.

1.9 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO

1.9.1 – Definizione degli ambienti a maggior rischio in caso di incendio

Il rischio relativo all'incendio dipende dalla probabilità che l'incendio stesso si verifichi e dalla entità del danno conseguente per persone animali e cose.

L'individuazione degli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, dipende da molteplici fattori; ai fini però della individuazione delle caratteristiche dell'impianto elettrico, tali ambienti possono essere raggruppati in tre gruppi fondamentali:

[07] Ambienti a maggior rischio di incendio per l'elevata densità di affollamento e per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali o cose;

[08] Ambienti a maggior rischio di incendio in quanto aventi strutture combustibili;

[09] Ambienti a maggior rischio di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento,

manipolazione e deposito, qualora non risultino compresi tra quelli del gruppo [1].

1.9.2 – Ambienti a maggior rischio di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione e deposito

Gli ambienti oggetto del presente paragrafo sono quelli nei quali avviene la lavorazione, il convogliamento, la manipolazione o il deposito dei materiali infiammabili o combustibili, quando la classe del compartimento antincendio è considerato pari o superiore a 30.

I materiali considerati risultano:

- Materiali, sia allo stato di fibre o di trucioli o di granulari sia allo stato di aggregati, per i quali in pratica non viene considerata una temperatura di infiammabilità;
- Materiali aventi temperatura di infiammabilità superiore a 40 °C o alla massima temperatura ambiente e non soggetti a lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito con modalità tali da consentire loro il contatto con l'aria ambiente a temperature uguali o superiori a quella di infiammabilità.

Per la valutazione della classe di un compartimento antincendio nel quale avviene la lavorazione, il convogliamento, la manipolazione o il deposito dei materiali infiammabili o combustibili, si procede come segue:

- Si valutano i quantitativi massimi di materiali combustibili o infiammabili contemporaneamente presenti durante il regolare svolgimento della attività prevista all'interno del compartimento;
- Se il compartimento considerato è collegato ad altri compartimenti antincendio per mezzo di organi di collegamento (tubazioni, nastri trasportatori, ecc.), i quali durante il regolare svolgimento delle attività provvedono al trasporto di materiali infiammabili e combustibili, in aggiunta ai quantitativi del punto precedente, devono essere considerati i quantitativi che possono essere immessi nel compartimento nel tempo **t,** decorrente tra l'inizio di un eventuale incendio e l'intercettazione degli organi di convogliamento; se il tempo t non può essere determinato altrimenti, devono essere utilizzati i seguenti valori:
    - 10 secondi, per il caso di organi di intercettazione comandati automaticamente da dispositivi rivelatori;
    - 15 minuti, per il caso di organi di intercettazione comandati a mano da un posto costantemente presidiato durante i periodi nei quali le installazioni elettriche sono in tensione;

- 90 minuti, per il caso di attività solamente sottoposte ad una generica sorveglianza;
- 8 ore, per il caso di attività non presidiate.

Ai fini del presente progetto sono da classificare come ambienti a maggior rischio in caso di incendio i seguenti locali:

- Magazzino.

1.9.3 – Prescrizioni particolari per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio

Negli ambienti classificati come a maggior rischio in caso di incendio, gli impianti elettrici devono soddisfare le seguenti prescrizioni generali:

[21] I componenti dell'impianto elettrico devono essere limitati a quelli strettamente necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare.

[22] Nel sistema di vie di uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili; i condensatori ausiliari incorporati in apparecchi non sono soggetti a questa prescrizione.

[23] Negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra controllo e protezione, fatti salvi quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo.

[24] I componenti elettrici installati in vista, a parete o a soffitto, non disciplinati da normative specifiche, devono essere di materiale resistente alle prove previste dalle normative, assumendo per la prova del filo incandescente 650 °C (anziché 550 °C).

[25] Gli apparecchi di illuminazione devono essere mantenuti ad una adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili; in particolare per i faretti ed i proiettori tale distanza deve essere :

- Fino a 100 W : 0,5 m.;
- Da 100 a 300 W: 0,8 m.;
- Da 300 a 500 W: 1 m..

Le lampade e le altre parti componenti degli apparecchi di illuminazione devono essere protette contro le prevedibili sollecitazioni meccaniche; tali mezzi di protezione non devono essere fissati sul portalampade a meno che non siano parte integrante dell'apparecchio di illuminazione.

Gli involucri di apparecchi elettrotermici, quali ad esempio riscaldatori, resistori, ecc. non devono raggiungere temperature più elevate di quelle

relative agli apparecchi di illuminazione; questi apparecchi devono essere per costruzione o per installazione realizzati in modo da impedire qualsiasi accumulo di materiale che possa influenzare negativamente la dissipazione del calore.

[26] E' vietato l'uso di conduttori PEN, fatte salve le condutture che attraversano il luogo a maggior rischio in caso di incendio.

[27] Le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e, preferibilmente, non devono essere a portata di mano; se altrimenti sono a portata di mano, devono essere poste dentro involucri o barriere che non creino intralcio al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione.

[28] I conduttori dei circuiti in corrente alternata devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo a tal fine è sufficiente che tutti i conduttori facenti parte dello stesso circuito siano raggruppati in una stessa conduttura.

[29] Le condutture, ivi comprese quelle che transitano soltanto dall'ambiente, devono essere realizzate in uno dei seguenti modi:

9.1 <u>Modo A</u>

- Condutture di qualsiasi tipo annegate in strutture non combustibili;
- Condutture realizzate mediante cavi contenuti in tubi o canali metallici o non metallici, purché non combustibili, con grado di protezione almeno IP4X; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi e dai canali stessi, purchè idonei allo scopo;
- Condutture realizzate mediante cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione, sprovvisti all'esterno di guaina non metallica;

9.2 <u>Modo B</u>

- Condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico;
- Condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione;
- Condutture realizzate mediante cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione, sprovvisti all'esterno di guaina non metallica;

9.3 Modo C

- Condutture diverse da quelle precedentemente elencate ai capoversi 9.1 Modo A e 9.2 Modo B, realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione;
- Condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari, sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canali metallici senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai canali stessi, o da un conduttore, nudo oppure isolato, contenuto in ciascuna di esse;
- Condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari, sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o involucri non metallici, chiusi e con grado di protezione almeno IP4X, realizzati in materiale resistente alle prove previste dalla normativa, assumendo per la prova del filo incandescente 850 °C (anziché 650 °C) qualora non soggetti a normativa specifica e installati in vista (non incassati);
- Binari elettrificati e condotti sbarre;

[30] Le condutture che attraversano l'ambiente ma non sono destinate alla alimentazione elettrica di utenze al suo interno, non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno dell'ambiente, a meno che le connessioni non siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco definita nella relativa norma di prodotto.

Le condutture che alimentano o attraversano l'ambiente devono essere protette contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti tra l'origine dei circuiti e l'ambiente.

Le condutture che hanno origine all'interno dell'ambiente devono essere protette contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti all'origine dei circuiti stessi.

La protezione delle condutture descritte ai capoversi 9.1 Modo A e 9.2 Modo B non richiede particolari prescrizioni.

I circuiti terminali singoli o raggruppati delle condutture descritte al capoversi 9.3 Modo C, ad esclusione dei circuiti di sicurezza, a meno che non siano racchiusi in involucri con grado di protezione almeno IP4X e con la sola eccezione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore, devono essere ulteriormente protetti in uno dei modi seguenti:

- Nei sistemi TT e TN con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale di intervento non superiore a 300 mA, anche ad intervento ritardato; quando i guasti resistivi possono innescare un incendio (ad esempio riscaldamento a soffitto con elementi a pellicola riscaldante), la corrente differenziale deve essere pari a 30 mA;
- Nei sistemi IT con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca l'apertura automatica del circuito quando si manifesta un decadimento dell'isolamento; per particolari necessità di continuità di servizio, il dispositivo può azionare un allarme ottico ed acustico anziché aprire il circuito.

[11] Le condutture descritte ai capoversi 9.2 Modo B e 9.3 Modo C la propagazione dell'incendio deve essere evitata come segue:
- Utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" (CEI 20-35) quando sono installati individualmente o sono distanziati tra loro di almeno 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso oppure sono installati in tubo o canale con grado di protezione IP4X;
- Utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" (CEI 20-22) ;
- Adottando sbarramenti, barriere tagliafiamma e/o altri provvedimenti equipollenti;

[12] Devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio; le barriere devono avere requisiti di resistenza al fuoco almeno pari a quelli richiesti per gli elementi di costruzione del solaio o parete su cui sono installate.

1.9.4 – Prescrizioni aggiuntive per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio per la presenza di materiale infiammabile

Negli ambienti classificati come a maggior rischio in caso di incendio, a causa della presenza di materiale infiammabile, gli impianti elettrici devono soddisfare le seguenti ulteriori prescrizioni particolari:

[13] tutti i componenti dell'impianto, ad eccezione delle condutture, gli apparecchi di illuminazione ed i motori, devono essere posti dentro involucri con grado di protezione almeno IP4X;

[14] i componenti elettrici devono essere ubicati o protetti in modo da non essere soggetti allo stillicidio di eventuali combustibili liquidi;

[15] quando si prevede che si possa accumulare polvere sugli involucri di componenti dell'impianto in quantità sufficiente a causare un rischio di

incendio, devono essere presi adeguati provvedimenti per impedire che questi involucri raggiungano temperature eccessive;

[16] i motori che sono comandati automaticamente o a distanza e che non sono sotto continua sorveglianza, devono essere protetti contro le temperature eccessive mediante un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi con ripristino manuale o mediante un equivalente dispositivo di protezione contro i sovraccarichi; i motori con avviamento stella triangolo, non provvisti del cambio automatico della connessione da stella a triangolo, devono essere protetti contro le temperature eccessive anche nella connessione a stella;

[17] se nell'ambiente, può esserci rischio di incendio dovuto a polvere o fibre, gli apparecchi di illuminazione devono essere costruiti in modo che, in caso di guasto, sulla loro superficie, si presenti solo una temperatura limitata e che polvere e/o fibre non possano accumularvisi in quantità pericolose;

[18] gli apparecchi di accumulo del calore devono essere del tipo che impedisca l'accensione, da parte del nucleo riscaldante, della polvere e/o delle fibre combustibili.

Le prescrizioni elencate sono da applicare generalmente a tutto l'ambiente considerato; nei casi particolari nei quali il volume del materiale combustibile sia ben definito, prevedibile e controllato, la zona entro la quale gli impianti elettrici devono soddisfare le prescrizioni sopra elencate può essere delimitata dalla distanza dal volume del materiale combustibile oltre la quale le temperature superficiali, gli archi e le scintille che possono prodursi sia nel funzionamento ordinario che in casi di guasto, non possono più innescare l'accensione del materiale combustibile stesso.

In mancanza di elementi precisi di valutazione delle caratteristiche del materiale infiammabile o combustibile e del comportamento in caso di guasto dei componenti elettrici, si devono assumere distanze non inferiori alle seguenti:

- 1,5 m. in orizzontale, in tutte le direzioni e comunque non oltre le pareti che delimitano il locale e relativa aperture provviste di serramenti;
- 1,5 m. in verticale, verso il basso e comunque non al di sotto del pavimento;
- 3 m. in verticale, verso l'alto e comunque non al di sopra del soffitto.

2 – PRESCRIZIONI GENERALI

2.1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente progetto è realizzato in conformità alle seguenti norme e disposizioni di carattere generale:

- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) per gli impianti elettrici;
- Prescrizioni e raccomandazioni della società fornitrice energia elettrica (ENEL);
- Prescrizioni e raccomandazioni del Comando provinciale dei vigili del fuoco;
- Leggi e decreti dello Stato Italiano

2.1.1 - Leggi di carattere generale

- LEGGE 1 marzo 1968, n° 186
  "*Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici*".

- D. Lgs. 9 aprile 2008 n.81
  "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

- D. Lgs. 3 agosto 2009 n.106
  "Disposizioni Integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81,in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

- DLgs 19 marzo 1996, n° 242
  "*Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n° 626*

- DPR 462/2001
  "*Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti pericolosi.*

- DM 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*".

2.1.2 – Apparecchiature e componenti per bt

Quadri e interruttori

- DPR 27 aprile 1955, n° 547 -
  - Art. 287 - quadri di distribuzione e di manovra -
  - Art. 288 - interruttore generale
  - Art. 290 - interruttori elettrici e simili
- CEI EN 60947-1/A2 – CEI 17-44 Apparecchiature a bassa tensione
- CEI EN 60947-2 CEI 17-5 Apparecchiature a bassa tensione
  Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 61439-1 prestazioni obbligatorie valide per tutti i tipi di quadro elettrico per bassa tensione;
- CEI EN 61439-2 normativa relativa ai quadri di potenza;
- CEI EN 61439-3 normativa relativa ai quadri di distribuzione finale;
- CEI EN 61439-4 normativa relativa ai quadri per cantieri;
- CEI EN 61439-5 normativa relativa ai quadri di distribuzione di potenza;
- CEI EN 61439-6 normativa relativa ai quadri per sistemi di sbarre.
- CEI EN 50274 CEI 17-82 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione - Protezione contro le scosse elettriche Protezione dal contatto diretto accidentale con parti attive pericolose
- CEI EN 60898-1 CEI 23-3/1 - CEI EN 60898-2 CEI 23-3/2 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
-

Prese a spina

- DPR 27 aprile 1955, n° 547 – Artt. 309 - 314 - macchine ed apparecchi elettrici mobili e portatili
- CEI EN 23-124;V1 Spine e prese per usi domestici e similari
- CEI EN 60309-1/A1/EC - CEI 23-12/1;EC1 - prese a spina per usi industriali Spine e prese per uso industriale Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 60309-2/A2 - CEI23-12/2;V3 Spine e prese per uso industriale Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici
- CEI EN 60309-4/A1 - CEI 23-12/4;V1 Spine e prese per uso industriale Parte 4: Prese fisse e mobili con interruttore, con e senza dispositivo d'interblocco
- CEI 23-122 - Spine e prese per usi domestici e similari
  Parte 2-3: Prescrizioni particolari per prese con interruttore senza dispositivo di interblocco per installazioni fisse
- CEI 23-123 - Spine e prese per usi domestici e similari
  Parte 2-6: Prescrizioni particolari per prese con interruttore con dispositivo di interblocco per installazioni fisse

Cassette di Giunzione

- CEI EN 60998-1 - 23-20 - Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari

Tubi e canali portacavi

- CEI EN 61537 - CEI 23-76 Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini
- CEI EN 50085-2-1/A1 – CEI 23-93;V1 Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche
- CEI EN 61386 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche

Cavi e conduttori elettrici

- CEI 20-20 - cavi isolati con polivinilclururo con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 20-21/1 - calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1, in regime permanente. (fattore di carico 100 %)
- CEI 20-24/ab - giunzioni e terminazioni per cavi di energia - fasc. 550
- CEI 20-33/ab - giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione Uo / U non superiore a 600 / 1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua
- CEI 64.8/5 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. – Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Illuminazione

- UNI EN 12464-1 Illuminazione dei luoghi di lavoro – Parte 1 Luoghi di lavoro interni

2.1.3 – Sicurezza e antinfortunistica

Sicurezza e antinfortunistica

Gli impianti elettrici sono stati realizzati rispettando le prescrizioni delle norme impiantistiche, per quanto riguarda sicurezza e antinfortunistica delle persone:

- DPR 27 aprile 1955, n° 547
- DLgs 19 marzo 1996, n° 242
- DLgs. 9 aprile 2008 n° 81

Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza - fasc. 1919

Protezione contro gli effetti termici

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione delle condutture contro le sovracorrenti di sovraccarico e Cortocircuito

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione contro le sovratensioni

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione contro le tensioni di contatto e impianto di terra

- CEI EN 61936-1 - CEI 99-2 - impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata.
- CEI EN 505221 - CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1 kV c.a.
- CEI 64.8/5 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Calcolo delle correnti di corto circuito

- CEI EN 60909-0 – CEI 11-25 Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata

Norme Connessione Utenti Attivi

- CEI 0-21 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica

2.1.4 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO MT

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

- CEI EN 505221 - CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1 kV c.a.
- CEI 0-16 – CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI EN 62271 – CEI 17-100 Apparecchiatura ad alta tensione

Norme Connessione Utenti Attivi

- CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

2.2 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

2.2.1 – Generalità

Negli schemi allegati alla presente relazione tecnica è indicata la distribuzione planimetrica delle apparecchiature degli impianti elettrici e le loro principali caratteristiche.

Nella scelta dei materiali non univocamente specificati negli elaborati, si prescrive che:

- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono essere tali da resistere alle sollecitazioni di tipo meccanico, chimico, termico o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante il loro esercizio;
- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici dovranno rispondere alle caratteristiche nominali del circuito in cui verranno installate in termini di potenza, tensione, portata di corrente e frequenza;
- tutti i materiali per l'esecuzione delle opere previste, dall'oggetto della presente relazione devono avere caratteristiche tali da rispondere totalmente alle relative norme CEI ed alle tabelle CEI – UNEL attualmente in vigore.

2.2.2 – Condutture Elettriche

Le condutture elettriche dovranno essere realizzate in modo tale da adempiere alle seguenti prescrizioni.

Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione

In base alle norme specifiche avremo:

- il colore giallo/verde per i conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali
- il colore blu chiaro per i conduttori di neutro
- i colori marrone, grigio, nero ecc. per gli altri conduttori

Sezioni minime dei conduttori di fase

Per cavi realizzati in rame, nel caso d'installazioni fisse:

- circuiti di utilizzazione luce 1,5 mmq.;
- circuiti di utilizzazione F.M. 2,5 mmq.
- circuiti di comando $S \geq 0.5$ mmq. (0.1 mmq. apparecchiature elettroniche)

Sezioni minime dei conduttori di protezione

Tra sezione del conduttore di fase S (mmq.) e sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp (mmq.) deve sussistere la seguente relazione:

- se $S \leq 16$ $\Rightarrow$ $Sp = S$
- se $16 < S \leq 35$ $\Rightarrow$ $Sp = 16$
- se $S > 35$ $\Rightarrow$ $Sp = S / 2$

2.2.2.1 – Tipologia dei Cavi

I cavi elettrici da utilizzare nell'impianto devono essere conformi alle norme CEI/UNEL indicate.

In particolare per questa tipologia di impianto sono da utilizzare cavi antifiamma del tipo:

- FG7OR 0.6 / 1 kV, CEI 20 – 13
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in gomma HEPR ad alto modulo, con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (CEI 20-11 e CEI 20-34); guaina in PVC di qualità Rz, colore grigio; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali; adatti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari; possono essere direttamente interrati.
- N07V-K 450/750V, CEI 20 - 20
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità R2;. adatti per installazione fissa e protetta su o entro apparecchi di illuminazione, all'interno di apparecchiature di interruzione e di comando, per tensioni sino a 1000 V in corrente alternata o 750 V in corrente continua;
- FROR 450/750V, CEI 20 – 14

Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità TI2; guaina in PVC di qualità TI2, colore grigio chiaro; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali; adatti per posa fissa all'interno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari.

- FG7OH2R 0.6 / 1 kV CEI 20 – 13
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso flessibile in classe 5; isolamento in gomma HEPR ad alto modulo, con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (CEI 20-11 e CEI 20-34); schermatura a treccia di capillari di rame rosso elettrolitico; guaina in PVC di qualità Rz,colore grigio; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali ed apparecchiature dove si necessita una particolare protezione da disturbi statici, magnetici; adatti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari
- FR2OH2R 450/750V, CEI 20 – 14
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità R2, colore grigio; schermatura con treccia di rame rosso; guaina in PVC di qualità RZ, colore grigio; cavo con particolari caratteristiche di protezione da interferenze elettrostatiche ed elettromagnetiche, adatti per trasmettere segnali elettrici di comando protetti da interferenze e disturbi esterni; adatti anche per l'alimentazione di valvole, attivazione di circuiti di allarme o blocco relè, e similari; adatti per posa fissa all'interno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari;
- FTG10(O)M1 0.6 / 1 kV CEI 20-45, CEI 20–37, CEI 20–36
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; barriera antifuoco in mica; isolamento con mescola elastomerica G10; riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico; guaina termoplastica speciale tipo M1; adatti 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; adatti per installazione nei luoghi nei quali in caso di incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e nelle quali si vogliano evitare danni le strutture, alle apparecchiature, ai beni comunque presenti od esposti; adatti per alimentazione di uscite di sicurezza, segnalatori di fumi o gas, scale mobili; adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.
- CAVO TELEFONICO TR/R – TR/HR , CEI 46 – 5
  Conduttore a filo unico di rame stagnato; isolamento in PVC; schermatura con nastro di alluminio accoppiato (solo per versione TR/HR); guaina In PVC, colore grigio; per le loro caratteristiche di elevata autoestinguenza e

ridotta corrosività, sono adatti per impianti di distribuzione all'interno di edifici civili o industriali.

- CAVO DATI UTP 6 , IEC 61156 - EN 50288-6 ,IEC 11801 2nd Ed. - EN 50173 2nd Ed.,EIA/TIA 568 B.2.1
  Cavo realizzato con 4 coppie di conduttori 23 AWG in rame rosso monofilare, con isolamento in polietilene; conduttori delle coppie incollati, con separatore centrale a crociera flessibile; guaina: in PVC oppure in halogen free, colore grigio o blu; adatto per cablaggio strutturato cat.6.
- CAVO DATI FTP 6 , IEC 61156 - EN 50288-6 ,IEC 11801 2nd Ed. - EN 50173 2nd Ed.,EIA/TIA 568 B.2.1
  Cavo realizzato con 4 coppie di conduttori 23 AWG in rame rosso monofilare, isolati in polietilene, con separatore centrale flessibile; schermatura con foglio alluminio/poliestere con piega di corto circuito, filo di continuità 26 AWG in rame stagnato; guaina in PVC oppure in halogen free, colore grigio o blu; adatto per cablaggio strutturato cat.6.
- CAVO TV
  Conduttore a filo unico di rame rosso ricotto o stagnato; isolamento In polietilene espanso; schermatura con combinazione di nastri accoppiati alluminio/poliestere con treccia di rame rosso o stagnato; guaina in PVC di qualita Rz; adatti per la trasmissione di segnali televisivi negli impianti di discesa d'antenna personali e centralizzati, per ricezione TV terrestre o via satellite
- CAVO IMPIANTI ALLARME
  Conduttore in rame rosso flessibile in classe 5, isolamento in mescola di PVC tipo R2 antifiamma a norme CEI 20-22 II,CEI 20-37/1;conduttori cordati
  tra loro;schermatura globale a nastro di alluminio/poliestere con conduttore di continuità in rame rosso guaina in mescola di PVC di tipo Rz antifiamma a norme CEI 20-22 II, CEI 20-37/1 di colore blu; Cavo schermato per impianti di allarme, antifurto ed antincendio.

2.2.3 – Quadri Elettrici

I quadri dovranno essere realizzati in conformità delle norme CEI 17-13(EN 60 439-1) che regola la costruzione ed il collaudo delle apparecchiature assiemate di comando e di protezione dei circuiti in bassa tensione (AS e ANS).

Se richiesto, saranno dotati di strumenti di misura da incasso e/o di spie luminose.

Tutte le linee dei circuiti in partenza dai quadri saranno protette da interruttori automatici muniti di relè magnetici per i corto circuiti e relè termici per i sovraccarichi, debitamente dimensionati, i primi in funzione delle correnti di cortocircuito che possono presentarsi sulla linea da proteggere, i secondi in funzione della corrente massima ammissibile (come da normativa CEI) per la linea da proteggere.

A protezione contro i contatti indiretti e in coordinamento con l'impianto di messa a terra, le linee in partenza dai quadri di distribuzione saranno protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori a relè differenziale.

In generale le apparecchiature saranno del tipo modulare ed avranno le connessioni accessibili per il montaggio e la manutenzio ne con la rimozione dei pannelli anteriori, fissati con viti o mobili su cerniere.

I quadri saranno dotati di adeguati interruttori di riserva, nonché di spazio sufficiente per aggiunte di ulteriori interruttori; il margine di spazio libero dovrà essere non inferiore al 30%.

All'interno, i quadri dovranno essere dotati di pannelli frontali incernierati con chiusura a mezzo viti, opportunamente finestrati per l'azionamento delle apparecchiature; queste ultime dovranno essere dotate di targhette pantografate per l'identificazione delle utenze.

Se prescritto, i quadri dovranno essere dotati anche di pannelli di segregazione interna per la separazione tra i vari sistemi dell'impianto.

La distribuzione interna per i quadri sarà realizzata tramite barre collettrici opportunamente identificate e le derivazioni da dette barre dovranno essere realizzate tramite conduttori antifiamma N07V/K in canaline in P.V.C. autoestinguente, complete di setti divisori ove necessario oppure tramite le apposite barre di derivazione fornite dai costruttori.

Le sezioni dei conduttori di cablaggio impiegati dovranno essere correlate con le tarature dei relativi interruttori.

Ogni connessione sarà eseguita con capicorda terminali e viti.

Dovranno essere eseguiti tutti i necessari contrassegni d'identificazione dei conduttori e dei morsetti.

I collegamenti tra gli interruttori delle varie sezioni dovranno essere realizzati con pettini di distribuzione di opportuna portata.

I cablaggi interni dovranno essere realizzati in modo da rendere minimo il numero degli incroci tra conduttori e dei ponticelli tra interruttore ed interruttore.

I quadri, le apparecchiature e le connessioni saranno dimensionate per reggere le sollecitazioni elettrodinamiche di corto circuito prevedibili in base alla struttura dell'impianto.

Gli involucri dei quadri dovranno essere in grado di dissipare una potenza non inferiore a quella totale dissipata dai dispositivi interni, al fine di mantenere la temperatura nel range che garantisce l'idoneo funzionamento dei dispositivi stessi.

Il calcolo della potenza totale dissipata dai dispositivi interne sarà effettuato sommando le potenze dissipate da ogni singolo dispositivo, così determinabili:

- per i dispositivi di manovra e comando, la potenza dissipata dal dispositivo si determina moltiplicando la potenza dissipata da ciascun polo (indicata dal costruttore), per il numero dei poli, per il fattore di contemporaneità K (calcolato come il rapporto tra la corrente di impiego dell'utenza $\mathbf{I_b}$ e la corrente nominale del dispositivo $\mathbf{I_n}$)
- per i dispositivi ausiliari (lampade, trasformatori, ecc.) il costruttore indica direttamente la potenza dissipata.

La potenza dissipata dall'involucro può essere determinata in base alle indicazioni del costruttore, il quale ne fornisce direttamente il valore oppure fornisce la metodologia di calcolo della stessa.

Ciascun quadro sarà dotato di un proprio collettore di terra da collegare con l'impianto di terra esistente e dal quale si deriveranno tutti i conduttori di protezione in partenza delle linee di distribuzione ed ogni quant'altro non garantisca una perfetta continuità elettrica.

Per ogni quadro, infine, sarà predisposto uno schema unifilare formato UNI con l'indicazione di tutte le caratteristiche delle apparecchiature, la taratura dei relè e dei fusibili, i riferimenti alle morsettiere numerate ed ogni altra indicazione per rendere facile e chiaro il controllo delle connessioni e l'eventuale sostituzione di qualsivoglia apparecchiatura; ogni quadro dovrà avere una tasca per il contenimento dello schema elettrico; tale tasca sarà situata sulla faccia interna dello sportello.

Il posizionamento dei quadri e la loro composizione risultano dai relativi elaborati di progetto.

2.2.4 – Canalizzazioni

Le modalità di posa delle condutture devono essere in accordo con la tabella 52A della Norma CEI 64-8/5 che tiene conto delle caratteristiche dei cavi utilizzati.

Le vie cavi sotto traccia in muratura, saranno da realizzare mediante tubo realizzato in PVC spiralato, autoestinguente secondo la norma CEI 23-14, con grado di protezione IP 65 e raccordi di tipo Universale, temperatura d'esercizio da –10° C a + 70° C.

I canali portacavi da posare tipo battiscopa sono da realizzare in materiale, autoestinguente secondo la norma CEI 23-19. Grado di protezione IP 40 con raccordi di tipo Universale, temperatura d'esercizio da –10° C a + 60° C

Le vie cavi esterne saranno da realizzare in passerella metallica in lamiera di acciaio zincato a caldo tipo sendzimir oppure in tubo rigido di acciaio zincato tipo taz, con derivazione finale verso l'utenza da realizzare in tubo rigido di acciaio zincato tipo taz, o in guaina PVC liscio autoestinguente o in guaina spiralata metallica, completa dei necessari raccordi.

Le vie cavi interrate saranno da realizzare mediante tubo in PVC rigido serie pesante.

Medesime canalizzazioni non conterranno mai cavi ad utilizzazione diversa.

La sezione interna ($\mathbf{S_{int}}$) delle canalizzazioni ed il diametro interno delle tubazioni ($\mathbf{D_{int}}$) saranno determinate rispettivamente dalle relazioni:

- **Sint > 1,5 • Dc;**
- $\mathbf{D_{int} > 1,3 \cdot D_c}$;

essendo $\mathbf{D_c}$ il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuti nelle canalizzazioni medesime; in ogni caso il diametro minimo ammesso sarà di 16 mm.

Le canalizzazioni avranno percorsi unicamente orizzontali e verticali.

Nei punti di derivazione o di cambiamento di sezione saranno impiegati dei raccordi ortogonali o dei giunti adeguati in modo che sia garantito il facile inserimento dei cavi da alloggiare.

Le modalità di posa delle condutture devono essere in accordo con la tabella 52A della Norma CEI 64-8/5 che tiene conto delle caratteristiche dei cavi utilizzati.

2.2.5 – Giunzioni

Le connessioni tra i conduttori e tra i conduttori e gli altri elementi devono assicurare una continuità elettrica e prestare un'adeguata resistenza meccanica. Le connessioni devono essere situate in involucri che forniscano una protezione meccanica adeguata e devono essere accessibili per l'ispezione, le prove e la manutenzione.

Le connessioni devono essere realizzate mediante mezzi di connessione destinati a questo scopo, i quali devono essere scelti in modo tale da assicurare che le stesse connessioni possano sopportare le sollecitazioni provocate dalle correnti ammissibili nelle condutture in servizio ordinario e dalle correnti di cortocircuito determinate sulla base delle caratteristiche dei dispositivi di protezione.

I vari cavi e cordette saranno collocati in opera e saranno congiunti per le sezioni maggiori di 6 mmq. mediante morsetti fissi, mentre per sezioni fino a 6

mmq.. con morsetti a cappuccio; le giunzioni saranno ammesse solo entro a cassette di derivazione.

Le giunzioni, le derivazioni, i terminali dei cavi e cavetti unipolari o multipolari saranno eseguite in conformità delle norme CEI.

2.2.6 – Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione in esecuzione da incasso saranno in P.V.C. con grado di protezione non inferiore a IP40; in esecuzione da esterno saranno in lamiera pressofusa o in resina rinforzata, entrambe comunque con grado di protezione IP55.

Il coperchio sarà fissato mediante viti di ottone cromato o acciaio cadmiato da avvitarsi sulle madreviti poste sulle cassette; sarà esclusa la chiusura a pressione del coperchio sulla cassetta stessa.

Le cassette saranno corredate di morsetti a cappuccio; morsetti e cavi saranno contraddistinti per una esatta identificazione.

Le cassette saranno collocate in opera senza coperchio, ma con l'otturazione protettiva delle madreviti durante l'esecuzione dei lavori murari.

La dimensione minima interna ammessa per le cassette di derivazione è di 60 mm. di diametro oppure di 65 mm. di lato.

Nel caso di installazione di cassette di derivazione all'interno dei pozzetti, saranno da utilizzare cassette di derivazione con riempimento in resina, con grado di protezione IP67; in alternativa, all'interno della cassetta dovrà essere realizzata una colata di paraffina a sigillo della giunzione, al fine di raggiungere il grado di protezione IP67.

2.3 – IMPIANTO DI TERRA

Le caratteristiche dell'impianto di terra devono soddisfare le prescrizioni di sicurezza e funzionali dell'impianto elettrico.

Esso è composto da un dispersore di terra collegato al collettore principale di terra, posizionato generalmente nel quadro principale di distribuzione;dal collettore partono i conduttori di protezione verso tutte le utenze, le masse e le masse estranee.

2.3.1 – Collettori (o nodi) principali di terra

In ogni impianto deve essere usato un morsetto od una sbarra per costituire un collettore principale di terra al quale si devono collegare i conduttori di terra, i conduttori di protezione e i conduttori equipotenziali.

Il collettore principale di terra verrà realizzato mediante apposito morsetto per collegamenti equipotenziali realizzato in ottone nichelato, con vite di serraggio a frizione in acciaio zincato in modo tale da soddisfare le prescrizioni della norma.

2.3.2 – Dispersore di terra

Il dispersore di terra è un corpo metallico o complesso di corpi metallici, posto in contatto elettrico con il terreno ed utilizzato intenzionalmente o di fatto per disperdere le correnti elettriche.

Il dispersore intenzionale è un corpo metallico installato unicamente per lo scopi inerenti la messa a terra di impianti elettrici; il dispersore di fatto è un corpo metallico in contatto diretto con il terreno o tramite calcestruzzo, la cui installazione viene effettuata per scopi diversi dalla messa a terra di impianti elettrici (ad esempio ferri di armatura).

I dispersori intenzionali possono essere realizzati mediante:

- dispersori a picchetto o a piastra, destinati all'infissione nel terreno;
- dispersori ad anello, costituiti da conduttori nudi (corde o nastri), interrati ad almeno 50 cm. di profondità), normalmente disposti seguendo il perimetro del fabbricato;
- dispersori a maglia, derivati dai dispersori ad anello prevedendo collegamenti tra diversi punti dell'anello.

Sia i dispersori ad anello che i dispersori a maglia, possono essere integrati con elementi infissi verticalmente (picchetti).

2.3.3 – Conduttori di terra

I conduttori di terra sono i conduttori di protezione che collegano il dispersore di terra ai collettori principali di terra; saranno realizzati in cavo tipo N07V-K di colore giallo / verde.

Il collegamento dei conduttori di terra al dispersore deve essere assicurato mediante apposito morsetto capocorda a quattro bulloni realizzato in ottone nichelato, adatto per dispersori a croce.

La sezione dei conduttori di terra dovrà verificare la relazione (4) per la protezione contro le correnti di cortocircuito (cfr. par. 9.2 protezione contro le correnti di cortocircuito): in ogni caso la sezione minima ammessa per i conduttori

di terra sarà di 16 mmq.

2.3.4 – Conduttori di protezione

I conduttori di protezione sono i conduttori che realizzano i collegamenti prescritti per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti (dispersore – nodo principale di terra – masse – masse estranee).

La sezione dei conduttori di protezione dovrà verificare la relazione (4) per la protezione contro le correnti di cortocircuito (cfr. par. 2.4.2 protezione contro le correnti di cortocircuito)

La minima sezione ammissibile dei conduttori di protezione sarà dunque determinata con la formula inversa della (4), ovvero:

$$S = \frac{\left[I \times \sqrt{t}\right]}{K} \qquad (9)$$

dove:

- I è uguale alla corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile;
- t è uguale al tempo di intervento del dispositivo di protezione
- K coefficiente che, per i conduttori in rame, vale:
  - 115 se isolati in PVC
  - 135 se isolati in gomma ordinaria o gomma butilica
  - 143 se isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato

Ottemperando però a quanto già visto nel paragrafo 6.2, in merito alla sezione minima utilizzabile, la sezione dei conduttori di protezione può essere scelta con i criteri indicati in tale paragrafo; non è necessario quindi eseguire la verifica della precedente relazione (9).

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a 2,5 mm^2 se è prevista una protezione meccanica o inferiore a 4 mm^2 se non è prevista una protezione meccanica.

I conduttori di protezione sono realizzati mediante cavo tipo N07V – K di colore giallo / verde.

2.3.5 – Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali sono quei conduttori di protezione che mettono diverse masse e masse estranee al medesimo potenziale. I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm^2.

2.4 – SISTEMI DI PROTEZIONE

2.4.1 – Protezione dai contatti diretti

La protezione dai contatti diretti nel presente impianto sarà ottenuta mediante l'isolamento delle parti attive. Le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione. L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare le relative norme. (CEI 64-8/4 art. 412.1).

2.4.2 – Protezione combinata dai contatti diretti ed indiretti

La protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti è assicurata quando:

- la tensione nominale non supera 50 V, valore efficace in c.a., e 120 V in c.c.non ondulata;
- l'alimentazione proviene da una delle sorgenti previste dalla norma,quali :
  - Un trasformatore di sicurezza rispondente alle prescrizioni di sicurezza della Norma CEI 96-2, o una sorgente con un grado di sicurezza equivalente;
  - Una sorgente elettrochimica indipendente o separata con una protezione da circuiti FELV o da circuiti a tensione più elevata;
  - Una sorgente qualsiasi comunque indipendente da circuiti FELV o da circuiti a tensione più elevata;
  - Dispositivi elettronici conformi alle normative appropriate, per i quali siano stati adottati provvedimenti tali da assicurare che, anche in caso di guasto interno, la tensione ai morsetti di uscita non possa superare i valori sopra indicati;
- sono soddisfatte le prescrizioni per i circuiti SELV, oppure le prescrizioni per i circuiti PELV.

2.4.2.1 – Prescrizioni Comuni per i circuiti SELV e PELV

Condizioni di installazione dei circuiti

La parti attive dei circuiti SELV e PELV devono essere separate le une dalle altre, ed inoltre entrambe devono essere separate sia dai circuiti FELV che da circuiti a tensione più elevata mediante separazione di protezione.

La separazione di protezione deve essere realizzata in uno dei seguenti modi:

- mediante conduttori separati materialmente;
- con i conduttori dei circuiti SELV e PELV muniti, oltre che del loro isolamento principale, di una guaina isolante;
- con i conduttori dei circuiti a tensione diversa separati da uno schermo o da una guaina metallici messi a terra;

Circuiti a tensione diversa possono essere contenuti in uno stesso cavo multipolare o in uno stesso raggruppamento di cavi, a condizione che i conduttori dei circuiti SELV e PELV siano isolati, nell'insieme od individualmente, per la massima tensione presente.

Prese a Spina

Le prese a spina dei sistemi SELV e PELV devono soddisfare i seguenti requisiti:

- le spine non devono poter entrare nelle prese di altri sistemi elettrici, sistema FELV incluso;
- le prese non devono permettere l'introduzione di spine di altri sistemi elettrici;
- le prese e le spine dei circuiti SELV non devono avere un contatto per il collegamento del conduttore di protezione;
- le spine dei circuiti SELV non devono poter entrare nelle prese dei circuiti PELV;
- le spine dei circuiti PELV non devono poter entrare nelle prese dei circuiti SELV.

2.4.2.2 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti SELV

Le parti attive dei circuiti SELV non devono essere collegate a terra e neppure a parti attive od a conduttori di protezione che facciano parte di altri circuiti.

Le masse non devono essere intenzionalmente collegate:

- a terra;
- a conduttori di protezione od a masse di altri circuiti elettrici;
- a masse estranee, con la sola eccezione che il collegamento sia richiesto dalla natura dei componenti dell'impianto e purché tali masse estranee non

possano assumere tensioni superiori ai limiti della tensione nominale specificata in precedenza..

Se la tensione nominale supera 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V, in c.c. non ondulata, la protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata da:

- barriere od involucri aventi un grado di protezione non inferiore a IP 2X o IPXXB,

oppure

- un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

Se la tensione nominale non supera 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V, in c.c. non ondulata, la protezione contro i contatti diretti è generalmente assicurata, anche se può essere necessaria in caso di ambienti ed applicazioni particolari a causa di possibili influenze esterne.

2.4.2.3 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti PELV

Nel caso in cui i circuiti siano collegati a terra e non venga espressamente richiesto dalla normativa l'utilizzo dei circuiti SELV, possono essere utilizzati i circuiti PELV.

La protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata da:

- barriere od involucri aventi un grado di protezione non inferiore a IP 2X o IPXXB;

oppure

- un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

In tal caso, la protezione contro i contatti diretti, risulta assicurata se il componente elettrico si trova all'interno di un edificio dove sia stato effettuato il collegamento equipotenziale principale e la tensione nominale non superi:

- 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V in c.c. non ondulata, se il componente elettrico è usualmente utilizzato solo in luoghi asciutti e non si prevedono contatti estesi di parti attive con il corpo umano;
- 6 V, valore efficace in c.a., oppure 15 V in c.c. non ondulata, in tutti gli altri casi.

2.4.2.4 – Circuiti FELV

I circuiti FELV possono essere usati, per assicurare la protezione contro i contatti diretti e indiretti, quando, per ragioni funzionali, si utilizza una tensione

inferiore a 50 V, valore efficace in c.a., od a 120 V in c.c. non ondulata, ma non vengono soddisfatte tutte le prescrizioni relative ai sistemi SELV e PELV, purchè gli stessi sistemi SELV o PELV non siano normativamente necessari.

Nei circuiti FELV la protezione contro i contatti diretti deve essere fornita da:

- barriere o involucri aventi un grado di protezione rispondente alla normativa;

oppure

- un isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario, o un isolamento rinforzato in grado di sopportare una tensione di prova di 1500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

Nei circuiti FELV la protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata:

- in un sistema dove sia applicata la misura di protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione e che alimenti il circuito FELV, collegando le masse del circuito FELV al conduttore di protezione del sistema primario;
- in un sistema dove sia applicata la misura di protezione mediante separazione elettrica, collegando le masse del circuito FELV al conduttore equipotenziale isolato non connesso a terra.

Le prese a spina per i circuiti FELV devono soddisfare i seguenti requisiti:

- le spine non possano essere inserite in prese alimentate con altri sistemi di tensione;
- nelle prese non possano essere inserite spine di altri sistemi di tensione.

2.4.3 – Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti è assicurata dalla interruzione automatica della alimentazione, come richiesto dalla normativa, quando, in caso di guasto, si possono avere effetti fisiologici dannosi in una persona a causa del valore e della durata della tensione di contatto.

L'impianto utilizza un modo di collegamento a terra TN-S, per cui tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione, devono essere collegate tutte allo stesso impianto di terra. Sulla base della pubblicazione IEC 479, la quale definisce i criteri con cui valutare la capacità che hanno le persone di sopportare la corrente senza che si manifestino effetti fisiologici pericolosi, sono stati determinati dei metodi convenzionali che permettono di valutare i tempi di intervento dei dispositivi di protezione, nei sistemi TN, in funzione della tensione nominale (vedi tabella 41A).

Tab. 41A **Tempi massimi di interruzione per sistemi TN**

U_0(V)	Tempo di interruzione (s)

120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Secondo le prescrizioni normative, le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si verifica un guasto di impedenza trascurabile in una qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione, oppure tra un conduttore di fase ed una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la condizione:

$$Z_S \cdot I_a \leq U_0 \qquad (1)$$

dove:

- Z_S è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente
- I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la I_a è la corrente differenziale $I_{\Delta n}$.
- U_0 tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase – terra) in Volt

La verifica della protezione dai contatti indiretti comporta, dunque, il soddisfacimento della condizione (1) con il valore di corrente determinato sulle curve di intervento tempo-corrente dei vari dispositivi di protezione, in corrispondenza del tempo individuato sulla tabella 41A della norma 64-8/4, conseguentemente al valore della tensione nominale tra fase e terra.

Per quelle partenze di alimentazione per le utenze che risultano protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori differenziali assumeremo quale corrente di intervento del dispositivo di protezione, la corrente differenziale; nel caso di dispositivi regolabili, in via cautelativa ai fini della sicurezza, assumeremo il massimo valore di taratura del dispositivo stesso.

La verifica verrà condotta in termini di lunghezza, ovvero determinando dalla relazione (1), con la formula inversa, l'impedenza dell'anello di guasto limite che soddisfa tutte le condizioni; da tale impedenza di anello di guasto limite, essendo ovviamente note le resistenza e la reattanza unitaria del cavo nonché la sua sezione, si ricava la lunghezza limite del cavo al di sotto della quale la condizione (1) risulta soddisfatta; per verificare la relazione (1) risulta quindi sufficiente

verificare che la lunghezza del cavo in esame sia inferiore o uguale alla suddetta lunghezza limite calcolata.

Ricapitolando, la metodologia da seguire risulta pertanto la seguente:

- dalla tabella 41A della norma 64-8/4 si ricava in funzione della tensione nominale fase terra (tensione stellata) il tempo limite di intervento delle protezioni;
- sulle curve tempo-corrente dei dispositivi di protezione si ricava il valore di corrente che provoca l'intervento del dispositivo entro il tempo limite fissato al punto precedente; nel caso di dispositivi differenziali, tale valore diviene proprio il valore di corrente differenziale (se regolabili, massima corrente di taratura);
- dalla relazione inversa della (1) si ricava il valore massimo della impedenza di guasto ammissibile in considerazione dei valori di tensione e di corrente determinati;
- ricordando che il valore dell'impedenza di guasto è dato dalla serie della impedenza equivalente della sorgente di alimentazione (valore noto), della impedenza del conduttore di fase (dalla sorgente al punto di guasto) e della impedenza del conduttore di protezione (dal punto di guasto alla sorgente) ed osservando che di queste ultime due sono note le sezioni e quindi i parametri unitari, mentre l'unico parametro variabile risulta la lunghezza, si ricava la lunghezza del cavo corrispondente alla impedenza dell'anello di guasto calcolata: tale lunghezza del cavo risulta pertanto la massima lunghezza ammissibile rimanendo verificata la condizione (1);
- si verifica che la lunghezza del cavo di alimentazione della utenza sia inferiore od al limite uguale al valore di lunghezza precedentemente calcolato.

2.4.3.1 – Protezione dai contatti indiretti sotto UPS

La protezione dai contatti indiretti è assicurata da un interruttore differenziale nel funzionamento da rete e da generatore.

Quando il sistema funziona in isola con le batterie dell'UPS, non si applica la protezione dai contatti indiretti per separazione elettrica, perché il trasformatore dell'UPS non è in genere di isolamento e comunque le masse sono collegate a terra; questo collegamento a terra è necessario per fronteggiare il guasto a terra nell'alimentazione di rete.

Il sistema elettrico a valle del trasformatore è isolato da terra, e nel funzionamento in isola costituisce un piccolo sistema IT.

In questo contesto la corrente di primo guasto a terra è di natura capacitiva e data la limitata estensione del circuito è dell'ordine di pochi milliampere, quindi non introduce tensioni pericolose; un secondo guasto a terra costituisce per l'UPS un cortocircuito che provoca entro pochi secondi il distacco dell'inverter.

In considerazione della limitata estensione dei circuiti alimentati dall'UPS, tenuto conto del breve tempo per il quale l'UPS può funzionare in isola (di solito il tempo di avviare il generatore, se presente, e comunque inferiore alla due ore) e quindi della piccola probabilità che si verifichi un primo guasto a terra, risulta accettabile la non installazione di un dispositivo di segnalazione di primo guasto a terra.

2.5– PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI

2.5.1 – Protezione contro le correnti di sovraccarico

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito, prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circondante le condutture. Le caratteristiche di funzionamento di tali dispositivi devono rispondere alle seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad (2)$$
$$I_f \leq 1.45 \cdot I_z \qquad (3)$$

dove:

- I_b corrente di impiego del circuito
- I_z portata in regime permanente della conduttura. Per la determinazioni di tali portate si fa riferimento alla tabella CEI UNEL 35024-70. Inoltre si dovrà tener conto di un coefficiente K_{tot} che tiene conto dell'influenza delle differenti condizioni di installazione. La portata effettiva sarà data dal prodotto del valore indicato dalla tabella per K_{tot}, che si ottiene a sua volta moltiplicando i fattori correttivi K_1, K_2, dedotti dalle tabelle T1, T2, T3 e T4:
    - K_1 è il fattore di correzione da applicare se la temperatura ambiente è diversa da 30 °C (tab. T1)
    - K_2 è il fattore di correzione per i cavi installati in fascio o in strato (tab. T2) o per i cavi installati in strato su più supporti secondo le modalità

di posa CEI 64-8 (tab. T3 per cavi multipolari, tab. T4 per cavi unipolari)

- I_n corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_f corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite; secondo la norma CEI 23– 3 (EN 60947-2) si hanno:

❖ int.magnetotermici	curva B, C,D;Z	$\Rightarrow$	$I_f = 1.3\ I_n$
❖ fusibili	$In \leq 4$	$\Rightarrow$	$If = 2.1\ In$
	$4 < In < 16$	$\Rightarrow$	$If = 1.9\ In$
	$In \geq 16$	$\Rightarrow$	$If = 1.6\ In$

2.5.2 – Protezione contro le correnti di cortocircuito

Devono essere 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.

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti deve rispondere alle due seguenti 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 porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile;deve quindi essere soddisfatta:

$$(I^2t) \leq K^2S^2 \quad (4)$$

  dove:
  - ❖ t durata in secondi
  - ❖ S sezione in mmq.
  - ❖ I corrente effettiva di cortocircuito in A, espressa in valore efficace
  - ❖ K coefficiente che per i conduttori in rame vale:
    - 115 se isolati in PVC
    - 135 se isolati in gomma ordinaria o gomma butilica
    - 143 se isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato
- il potere di interruzione (P_{di}) non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta (I_{cc}) nel punto di installazione (è ammesso il coordinamento)

$$P_{di} \geqslant I_{cc} \quad (5)$$

La relazione (4) suddetta, deve essere verificata per ogni tipo di cortocircuito, tenendo conto della corrente minima e della corrente massima di cortocircuito, possibili in un circuito.

2.5.2.1 - Verifica alle correnti massime di cortocircuito

La massima corrente di cortocircuito presunta, si manifesta generalmente ai morsetti del dispositivo di protezione nel caso di guasto franco tra le fasi.

Verifichiamo la relazione (4) con il valore di I^2t calcolato al potere d'interruzione dell'interruttore stesso; tale assunzione è cautelativa ai fini della sicurezza, in quanto, da un lato, il valore massimo della corrente di cortocircuito è non superiore al potere di interruzione dell'interruttore e, dall'altro, dall'andamento della curva I^2t/I_{cc} risulta come la massima energia passante si ottenga in corrispondenza del massimo valore della corrente di cortocircuito; in definitiva il valore di energia passante in corrispondenza del valore del potere di interruzione dell'interruttore risulta il massimo possibile.

Il valore dell'I^2t è ricavato dalle curve caratteristiche di limitazione dell'energia specifica passante, per ciascuno dei dispositivi utilizzati; il tipo di dispositivi installati è descritto negli schemi unifilari.

Per i fusibili, questa verifica risulta superflua in quanto, una volta eseguita la verifica alla minima corrente di cortocircuito con le modalità riportate al paragrafo successivo, quest'ultima garantisce anche il soddisfacimento della verifica alle correnti massime di cortocircuito. Infatti, esaminando l'andamento delle curve caratteristiche I^2t/I_{cc} dei fusibili, si rileva come all'aumentare della corrente di cortocircuito (I_{cc}), diminuisca l'energia passante del dispositivo (I^2t); appare allora chiaro come il soddisfacimento della relazione (4) per la minima corrente di cortocircuito garantisca automaticamente il soddisfacimento della stessa relazione per la massima corrente di cortocircuito.

Per il calcolo dell'energia ammissibile del cavo K^2S^2 ricordiamo che, per i cavi in rame e isolati in PVC si ha K = 115, mentre per i cavi in rame e isolati in gomma etilpropilenica si ha K = 143.

2.5.2.2 – Verifica alle correnti minime di cortocircuito

Come corrente di cortocircuito minima, si considera quella corrispondente ad un cortocircuito che si produca tra fase e neutro, nel punto più lontano della conduttura protetta. Dato il differente comportamento dei dispositivi di protezione nei confronti del cortocircuito, il quale comporta un diverso andamento dell'energia

passante al variare della corrente, è opportuno distinguere i dispositivi magnetotermici dai fusibili

Esaminiamo dapprima i dispositivi magnetotermici.

La determinazione della minima corrente di cortocircuito presunta, può essere effettuata con la formula riportata di seguito, ammettendo le seguenti ipotesi:

- un aumento del 50 % della resistenza del circuito rispetto al valore a 20 °C, dovuto al riscaldamento dei conduttori causato dalla corrente di cortocircuito
- una riduzione all'80 % della tensione di alimentazione, per effetto della corrente di cortocircuito, rispetto alla tensione nominale di alimentazione.

Si ha quindi la condizione (6) :

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U}{1.5 \cdot \rho \frac{2 \cdot L}{S}}$$

dove:

- I_{cc} corrente di cortocircuito presunta (A)
- U tensione fase-neutro di alimentazione (V)
- ρ resistività del rame a 20 °C $\Rightarrow$ $\rho_{CU\ 20°}$ = 0.018 ($\Omega \cdot mm^2/m$)
- L lunghezza della conduttura protetta (m)
- S sezione del conduttore (mm^2)

Per condurre la verifica della relazione (4) nel caso della minima corrente di cortocircuito, assumiamo quale minima corrente di cortocircuito presunta il minimo valore della corrente di intervento magnetico; in altri termini, assumiamo che il valore della minima corrente di cortocircuito ricada all'interno della zona di sicuro intervento magnetico dell'interruttore. Questa assunzione, ci permette di condurre una verifica semplificata in termini di lunghezza.

Infatti, dall'andamento della curva I^2t/I_{cc}, si evince come, all'interno della zona di sicuro intervento magnetico dell'interruttore, la massima energia passante si ottenga in corrispondenza del massimo valore della corrente di cortocircuito; pertanto, la relazione (4), già verificata con successo per la massima corrente di cortocircuito, rimane soddisfatta anche per la minima corrente di cortocircuito, per la quale avremo un valore di energia passante inferiore al massimo, in conseguenza di quanto appena detto.

Utilizzando allora la relazione (6) con il suddetto minimo valore della corrente d'intervento magnetico dell'interruttore, possiamo calcolare, tramite la relativa formula inversa, la lunghezza massima protetta dal cortocircuito da ciascuno dei dispositivi, essendo nota la sezione della conduttura da proteggere.

La minima corrente di sicuro intervento magnetico è data dalla seguente

tabella, salvo diversa indicazione dei costruttori, i quali forniscono direttamente il valore della minima corrente di intervento magnetico.

I_m = corrente minima di sicuro intervento magnetico

Dispositivo di protezione	Curva	I_m
Magnetotermico	B	5 x I_n
Magnetotermico	C	10 x I_n
Magnetotermico	D	20 x I_n
Magnetotermico	K	14 x I_n
Magnetotermico	Z	3,6 x I_n
Salvamotore	FISSA	12 ÷ 16 x I_n

La verifica della relazione (4), per le minime correnti di cortocircuito, può essere così ricondotta semplicemente ad una verifica in termini di lunghezza; si ha pertanto la condizione:

$$L_{linea} < L_{max} \qquad (7)$$

dove:

- L_{linea} lunghezza della linea (m)
- L_{max} lunghezza massima protetta dal cortocircuito (m), calcolata tramite la (6)

La verifica della (7) comporta dunque, che la lunghezza della linea in esame risulti inferiore al valore della massima lunghezza protetta; di conseguenza la minima corrente di cortocircuito possibile, avrà una intensità maggiore del valore minimo che garantisce l'intervento magnetico del dispositivo di protezione e, contemporaneamente, avrà una intensità minore della corrente massima di cortocircuito, portando come conseguenza che la relazione (4) risulta verificata, anche per quanto riguarda le correnti minime di cortocircuito.

Nel caso in cui la verifica della relazione (7) non dia esito positivo, verificheremo direttamente la relazione (4), calcolando tramite la (6) la minima corrente di cortocircuito; con il valore determinato, si ricava, sulla curva I^2t/I_{cc} dell'interruttore, il valore dell'energia passante per condurre la verifica.

Per quanto riguarda i fusibili, abbiamo già anticipato come il valore massimo dell'energia passante si ha per il minimo valore della corrente di cortocircuito (cfr. par.9.2).

Verifichiamo allora la relazione (4), calcolando dapprima il suddetto valore minimo della corrente di cortocircuito e confrontando, quindi, il valore dell'energia ammissibile del cavo K^2S^2 con il valore dell'energia passante I^2t ricavato dalle curve

caratteristiche I^2t/I_{cc} di ciascun fusibile in corrispondenza della minima corrente di cortocircuito calcolata

2.5.2.3 - Verifica del potere di interruzione

Il potere di interruzione dei dispositivi di protezione dovrà essere superiore alle correnti di cortocircuito presunte nel punto di installazione dei dispositivi stessi (condizione (5)).

Pertanto gli interruttori da installare in ciascuno dei quadri dell'impianto, dovranno avere un potere di interruzione superiore al valore della corrente di cortocircuito presunta sul quadro di appartenenza.

Sarà possibile utilizzare interruttori con potere di interruzione inferiore ai valori della corrente presunta di cortocircuito, nel caso in cui si verifichino le due condizioni:

- tali interruttori sono a valle di interruttori con potere di interruzione adeguato;
- gli interruttori a monte esercitano una protezione di sostegno tale da "rinforzare" il potere di interruzione degli interruttori a valle; la protezione di sostegno dovrà comunque essere indicata dalle case costruttrici degli interruttori stessi.

2.5.3 – Verifica della Caduta di Tensione

Per un corretto impiego gli utilizzatori devono funzionare al valore della tensione nominale prevista dal costruttore; a tal fine è necessario verificare che le cadute di tensione ΔV siano contenute entro valori limite. Secondo le norme tali cadute di tensione non devono risultare superiori al 4 %.

Il valore di caduta di tensione della linea d'alimentazione trifase risulta

$$\Delta V = 1.732 \times I \times L \times (R\cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) \quad (8)$$

Il valore di caduta di tensione della linea di alimentazione monofase risulta

$$\Delta V = 2 \times I \times L \times (R\cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) \quad (8)$$

dove:

- I corrente nominale d'utilizzo (A)
- L lunghezza della linea (Km)
- φ angolo di sfasamento tra tensione e corrente
- R resistenza di linea (Ω)
- X reattanza di linea (Ω)

Il calcolo di verifica della caduta di tensione viene effettuato in questo modo:

- per quanto riguarda le dorsali dell'impianto viene calcolata la caduta di tensione percentuale effettiva tramite la relazione (8) ;
- per quanto riguarda le linee verso le utenze da ciascun quadro, viene dapprima calcolata la caduta di tensione percentuale presente a monte del quadro stesso sommando le cadute percentuali risultanti delle dorsali precedenti, verificando quindi che per ciascuna utenza la caduta di tensione percentuale sia inferiore al complemento a quattro della caduta di tensione percentuale presente a monte ; la suddetta verifica viene effettuata mediante una formula inversa delle (8) dalla quale si ricava la lunghezza limite corrispondente alla caduta di tensione massima accettabile ricavata nel modo sopra descritto.

In tal modo su ogni linea vista nella sua interezza, da valle della sorgente di alimentazione all'utenza finale, viene rispettata la condizione posta dalla norma.

2.6 – CONCLUSIONE

Si precisa che l'obiettivo del presente progetto è quello di definire le caratteristiche principali degli impianti che verranno realizzati, in termini di soluzioni scelte e materiali utilizzati.

Si precisa inoltre che eventuali variazioni che dovessero essere effettuare in fase di esecuzione, dovranno essere concordate con il progettista, al fine di rendere conforme alle norme di sicurezza elettrica l'impianto realizzato

Il Progettista
Ing. Bruno Consolato

RELAZIONE TECNICA

IMPIANTO ELETTRICO

CORPO F

INDICE

INDICE 123
1 – PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO 125
1.1 - OGGETTO 125
1.2 – ELENCO ELABORATI 125
1.3 – SCOPO E DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO 125
1.3.1 – DISTRIBUZIONE GENERALE DELL'ENERGIA 126
1.4 - DATI DI PROGETTO 126
1.4.1 - CONDIZIONI AMBIENTALI 127
1.5 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO 127
1.5.1 – GENERALITÀ 127
1.5.2 – CAVI ELETTRICI 127
1.5.3 – QUADRI ELETTRICI 127
1.5.3.1 – Quadro Media Tensione 128
1.5.3.2 – Quadro PCC1 (alimentatto da TR1 3150kVA); 128
1.5.3.3 – Quadro PCC2 (alimentatto da TR2 3150kVA); 128
1.5.3.4 – Quadro PCC3 (alimentatto da TR3 3150kVA); 128
1.5.3.5 – Quadro PCC Servizi (alimentatto da TR4 800kVA); 129
1.6 – IMPIANTO DI TERRA 129
1. 7 – SISTEMI DI PROTEZIONE 129
1.7.1 – PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI 130
1.9 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 130
1.9.1 – DEFINIZIONE DEGLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 130
1.9.2 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO DI INCENDIO PER LA PRESENZA DI MATERIALE INFIAMMABILE O COMBUSTIBILE IN LAVORAZIONE, CONVOGLIAMENTO, MANIPOLAZIONE E DEPOSITO 130
1.9.3 – PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 131
1.9.4 – PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO PER LA PRESENZA DI MATERIALE INFIAMMABILE 135
2.1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO 137
2.1.1 - LEGGI DI CARATTERE GENERALE 137
2.1.2 – APPARECCHIATURE E COMPONENTI PER BT 138
2.1.3 – SICUREZZA E ANTINFORTUNISTICA 139
2.1.4 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO MT 140
2.2 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO 141
2.2.1 – GENERALITÀ 141

2.2.2 – CONDUTTURE ELETTRICHE 141
2.2.2.1 – Tipologia dei Cavi 142
2.2.3 – QUADRI ELETTRICI 144
2.2.4 – CANALIZZAZIONI 146
2.2.5 – GIUNZIONI 147
2.2.6 – CASSETTE DI DERIVAZIONE 148
2.3 – IMPIANTO DI TERRA 148
2.3.1 – COLLETTORI (O NODI) PRINCIPALI DI TERRA 148
2.3.2 – DISPERSORE DI TERRA 149
2.3.3 – CONDUTTORI DI TERRA 149
2.3.4 – CONDUTTORI DI PROTEZIONE 150
2.3.5 – CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI 150
2.4 – SISTEMI DI PROTEZIONE 151
2.4.1 – PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI 151
2.4.2 – PROTEZIONE COMBINATA DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI 151
2.4.2.1 – Prescrizioni Comuni per i circuiti SELV e PELV 151
2.4.2.2 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti SELV 152
2.4.2.3 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti PELV 153
2.4.2.4 – Circuiti FELV 153
2.4.3 – PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI 154
2.4.3.1 – Protezione dai contatti indiretti sotto UPS 156
2.5– PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI 157
2.5.1 – PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO 157
2.5.2 – PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO 158
2.5.2.1 - Verifica alle correnti massime di cortocircuito 158
2.5.2.2 – Verifica alle correnti minime di cortocircuito 159
2.5.2.3 - Verifica del potere di interruzione 161
2.5.3 – VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE 162
2.6 – CONCLUSIONE 163

1 – PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO

1.1 - OGGETTO

Il presente progetto riguarda la realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione e forza motrice, compreso un cogeneratore con motore endotermico alimentato a Gas Metano con potenza elettrica da 3,2MW, a servizio del fabbricato "Corpo F Cartiera" facente parte del nuovo insediamento industriale, per la produzione di carta tissue, sito a Montoro in Provincia di Avellino.

1.2 – ELENCO ELABORATI

Il seguente progetto si compone della presente relazione tecnica Dis.n° ST16045200 e dei seguenti allegati:

- Layout distribuzione impianti elettrici Corpo F – Cartiera Dis. n° ST1604517;
- Layout distribuzione impianti elettrici cabina cartiera Dis. n° ST1604513;

Per il quadro generale si rimanda alla relazione Tecnica distribuzione impianti esterni e i relativi allegati Dis. n° ST16045100;

1.3 – SCOPO E DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Lo scopo del presente progetto è quello di definire i criteri di installazione delle diverse parti di impianto, di calcolare tutte le grandezze elettriche al fine di ottenere un corretto dimensionamento di esse e di fornire delle specifiche tecniche al fine di scegliere del materiale conforme alla normativa vigente in materia di sicurezza elettrica.

La realizzazione dell'impianto elettrico in oggetto prevede, per sommi capi, quanto segue:

- Realizzazione della Cabina di trasformazione MT/BT:
    - Realizzazione del Quadro MT di distribuzione, per alimentare i 4 trasformatori sotto descritti e collegare mediante trasformatore elevatore l'impianto di cogenerazione.
    - Installazione dei tre trasformatori da 3150kVA con tensione 0,4/20kV con Vcc al 8%, ed il trasformatore servizi da 800kVA con tensione 0,4/20kV con Vcc al 6%
    - Realizzazione del gruppo di coogenerazione costituito da motore endotermico alimentato Gas Metano, di potenza elettrica 3,2 MW;

compreso di trasformatore elevatore da 5kVA da installare nella cabina elettrica.

- Realizzazione dei quadri di bassa tensione PCC di distribuzione a tutte le utenze a servizio del fabbricato di consegna e delle celle di partenza per l'alimentazione di tutte le utenze di media tensione a servizio dello stabilimento.

- Realizzazione di tutte le linee in partenza dai quadri PCC, con tutte le rispettive vie cavi;
- Realizzazione dell'impianto elettrico di illuminazione ordinaria e di emergenza per tutto l'edificio;
- Realizzazione dell'impianto di forza motrice per tutto l'edificio;
- Realizazione dell'impianto di terra della Cabina MT/BT ed il collegamento con la rete di terra dell'intero stabilimento;
- Realizzazione dell'impianto di trasmissione dati per i locali e le postazioni che lo necessitano;
- Realizzazione dell'impianto di videoserveglianza;

1.3.1 – Distribuzione Generale dell'Energia

L'insediamento industriale è alimentato in media tensione a 20kV , la ricezione della fornitura avviene nella cabina ENEL ai margini della proprietà.

Dalla cabina di consegna si alimenta in media tensione il quadro di di distribuzione MT e da questo anche la cabina cartiera trattata nella presente relazione.

1.4 - DATI DI PROGETTO

Il limite di batteria del presente progetto è rappresentato:

- Dall' interruttore generale del quadro di media tensione dove arriva la linea dalla cabina di consegna ENEL;

L'impianto in oggetto è alimentato in media tensione a 20kV ; i dati di progetto dell'impianto in oggetto risultano:

- Tensione di alimentazione : 20 kV;
- Massimo impegno di potenza : 6MW;
- Corrente di cortocircuito presunta, al limite di batteria dell'impianto: pari a 16 kA (Valore in MT);

- Modo di collegamento a terra : TN-S;
- Classificazione dell'ambiente in cui si sviluppa l'impianto : ambiente ordinario e ambiente a maggior rischio in caso di incendio.

1.4.1 - Condizioni ambientali

- altitudine : non superiore a 1000 m s.l.m.
- temperatura : min - 15 °C, max. + 40 °C
- umidità : 20 ÷ 90 %
- servizio : interno / esterno

1.5 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

1.5.1 – Generalità

Negli elaborati allegati alla presente relazione tecnica è indicata la distribuzione planimetrica delle apparecchiature degli impianti elettrici e le loro principali
caratteristiche.

1.5.2 – Cavi Elettrici

I cavi elettrici da utilizzare nell'impianto dovranno essere conformi alle norme CEI/UNEL e risulteranno delle seguenti tipologie:

- FG7OR 0.6 / 1 kV;
- N07V-K 450/750V;
- FROR 450/750V;
- FTG10(O)M1 0.6 / 1 kV;
- RG7H1M1 12/20 kV.

1.5.3 – Quadri Elettrici

I quadri elettrici dell'impianto dovranno essere realizzati in conformità delle norme tecniche vigenti che regola la costruzione ed il collaudo delle apparecchiature assiemate di comando e di protezione dei circuiti in bassa tensione.

Inoltre i quadri elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI".

1.5.3.1 – Quadro Media Tensione

Il quadro di Media tensione verrà installato nella cabina cartiera e risponderà alle seguenti specifiche tecniche:

- Involucro : armadio in lamiera di acciaio;
- Grado di protezione: IP 2X;
- Corrente nominale : 630A;
- Valore corrente di cortocircuito di progetto : 16 kA (Valore in MT)
- Collettore di terra: barra di terra, collegato all'anello di terra di stabilimento.

1.5.3.2 – Quadro PCC1 (alimentatto da TR1 3150kVA);

Il quadro PCC1 verrà installato all'interno della cabina cartiera nel locale quadi BT e risponderà alle seguenti specifiche tecniche:

- Involucro : armadio in lamiera di acciaio;
- Grado di protezione: IP 40;
- Corrente nominale : 4000A;
- Valore corrente di cortocircuito di progetto : 60 kA (Valore in BT);
- Collettore di terra: barra di terra 1x50x5 cm, collegato all'anello di terra di stabilimento.

1.5.3.3 – Quadro PCC2 (alimentatto da TR2 3150kVA);

Il quadro PCC2 verrà installato all'interno della cabina cartiera nel locale quadi BT e risponderà alle seguenti specifiche tecniche:

- Involucro : armadio in lamiera di acciaio;
- Grado di protezione: IP 40;
- Corrente nominale : 4000A;
- Valore corrente di cortocircuito di progetto : 60 kA (Valore in BT);
- Collettore di terra: barra di terra 1x50x5 cm, collegato all'anello di terra di stabilimento.

1.5.3.4 – Quadro PCC3 (alimentatto da TR3 3150kVA);

Il quadro PCC3 verrà installato all'interno della cabina cartiera nel locale quadi BT e risponderà alle seguenti specifiche tecniche:

- Involucro : armadio in lamiera di acciaio;
- Grado di protezione: IP 40;
- Corrente nominale : 4000A;

- Valore corrente di cortocircuito di progetto : 60 kA (Valore in BT);
- Collettore di terra: barra di terra 1x50x5 cm, collegato all'anello di terra di stabilimento.

1.5.3.5 – Quadro PCC Servizi (alimentatto da TR4 800kVA);

Il quadro PCC Servizi verrà installato all'interno della cabina cartiera nel locale quadi BT e risponderà alle seguenti specifiche tecniche:

- Involucro : armadio in lamiera di acciaio;
- Grado di protezione: IP 40;
- Corrente nominale : 1250A;
- Valore corrente di cortocircuito di progetto : 30 kA (Valore in BT);
- Collettore di terra: barra di terra 1x50x5 cm, collegato all'anello di terra di stabilimento.

1.6 – IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra generale sarà costituito da un dispersore di terra distribuito lungo tutto il perimetro della superficie dell'attività (anello di fabbricato), composto da un anello di corda nuda di rame che interconnette picchetti infissi nel terreno ed i ferri di armatura dei vari fabbricati. L'impianto di terra verrà connesso all'impianto di terra delle cabine, in modo da formare un unico dispersore generale.

Per la nuova cabina di trasformazione cartiera verrà realizzato un dispersore di terra, composto da un anello di corda nuda di rame che interconnette quattro picchetti infissi nel terreno, agli angoli del fabbricato della cabina ; il dispersore di cabina verrà interconnesso all'anello di fabbricato alle due estremità, in modo da formare un unico dispersore generale.

Nei locali trasformatori della cabina verrà realizzato un collettore di terra mediante piatto di rame per la connessione del centro stella del trasformatore e le masse metalliche.

Nel locale dei quadri di bassa tensione della cabina verrà realizzato un collettore di terra mediante piatto di rame per la connessione delle masse metalliche.

I due collettori saranno collegati tra loro e collegati all'anello di cabina mediante corda nuda di rame.

1. 7 – SISTEMI DI PROTEZIONE

La protezione dai contatti diretti nel presente impianto sarà realizzata secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, “PRESCRIZIONI GENERALI” .

1.7.1 – Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti nel presente impianto sarà realizzata secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, “PRESCRIZIONI GENERALI”.

Per le utenze che risulteranno protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori differenziali, assumeremo quale corrente di intervento del dispositivo di protezione, la corrente differenziale, pari a $I_{\Delta n}$ = 0.3 / 0.03 A.

1.9 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO

1.9.1 – Definizione degli ambienti a maggior rischio in caso di incendio

Il rischio relativo all’incendio dipende dalla probabilità che l’incendio stesso si verifichi e dalla entità del danno conseguente per persone animali e cose.

L’individuazione degli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, dipende da molteplici fattori; ai fini però della individuazione delle caratteristiche dell’impianto elettrico, tali ambienti possono essere raggruppati in tre gruppi fondamentali:

[10] Ambienti a maggior rischio di incendio per l’elevata densità di affollamento e per l’elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l’elevato danno ad animali o cose;

[11] Ambienti a maggior rischio di incendio in quanto aventi strutture combustibili;

[12] Ambienti a maggior rischio di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione e deposito, qualora non risultino compresi tra quelli del gruppo [1].

1.9.2 – Ambienti a maggior rischio di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione e deposito

Gli ambienti oggetto del presente paragrafo sono quelli nei quali avviene la lavorazione, il convogliamento, la manipolazione o il deposito dei materiali infiammabili o combustibili, quando la classe del compartimento antincendio è considerato pari o superiore a 30.

I materiali considerati risultano:

- Materiali, sia allo stato di fibre o di trucioli o di granulari sia allo stato di aggregati, per i quali in pratica non viene considerata una temperatura di infiammabilità;
- Materiali aventi temperatura di infiammabilità superiore a 40 °C o alla massima temperatura ambiente e non soggetti a lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito con modalità tali da consentire loro il contatto con l'aria ambiente a temperature uguali o superiori a quella di infiammabilità.

Per la valutazione della classe di un compartimento antincendio nel quale avviene la lavorazione, il convogliamento, la manipolazione o il deposito dei materiali infiammabili o combustibili, si procede come segue:

- Si valutano i quantitativi massimi di materiali combustibili o infiammabili contemporaneamente presenti durante il regolare svolgimento della attività prevista all'interno del compartimento;
- Se il compartimento considerato è collegato ad altri compartimenti antincendio per mezzo di organi di collegamento (tubazioni, nastri trasportatori, ecc.), i quali durante il regolare svolgimento delle attività provvedono al trasporto di materiali infiammabili e combustibili, in aggiunta ai quantitativi del punto precedente, devono essere considerati i quantitativi che possono essere immessi nel compartimento nel tempo **t,** decorrente tra l'inizio di un eventuale incendio e l'intercettazione degli organi di convogliamento; se il tempo t non può essere determinato altrimenti, devono essere utilizzati i seguenti valori:
  - 10 secondi, per il caso di organi di intercettazione comandati automaticamente da dispositivi rivelatori;
  - 15 minuti, per il caso di organi di intercettazione comandati a mano da un posto costantemente presidiato durante i periodi nei quali le installazioni elettriche sono in tensione;
  - 90 minuti, per il caso di attività solamente sottoposte ad una generica sorveglianza;
  - 8 ore, per il caso di attività non presidiate.

Ai fini del presente progetto sono da classificare come ambienti a maggior rischio in caso di incendio i seguenti locali:

- Magazzino.

1.9.3 – Prescrizioni particolari per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio

Negli ambienti classificati come a maggior rischio in caso di incendio, gli impianti elettrici devono soddisfare le seguenti prescrizioni generali:

[31] I componenti dell'impianto elettrico devono essere limitati a quelli strettamente necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare.

[32] Nel sistema di vie di uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili; i condensatori ausiliari incorporati in apparecchi non sono soggetti a questa prescrizione.

[33] Negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra controllo e protezione, fatti salvi quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo.

[34] I componenti elettrici installati in vista, a parete o a soffitto, non disciplinati da normative specifiche, devono essere di materiale resistente alle prove previste dalle normative, assumendo per la prova del filo incandescente 650 °C (anziché 550 °C).

[35] Gli apparecchi di illuminazione devono essere mantenuti ad una adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili; in particolare per i faretti ed i proiettori tale distanza deve essere :

- Fino a 100 W : 0,5 m.;
- Da 100 a 300 W: 0,8 m.;
- Da 300 a 500 W: 1 m..

Le lampade e le altre parti componenti degli apparecchi di illuminazione devono essere protette contro le prevedibili sollecitazioni meccaniche; tali mezzi di protezione non devono essere fissati sul portalampade a meno che non siano parte integrante dell'apparecchio di illuminazione.

Gli involucri di apparecchi elettrotermici, quali ad esempio riscaldatori, resistori, ecc. non devono raggiungere temperature più elevate di quelle relative agli apparecchi di illuminazione; questi apparecchi devono essere per costruzione o per installazione realizzati in modo da impedire qualsiasi accumulo di materiale che possa influenzare negativamente la dissipazione del calore.

[36] E' vietato l'uso di conduttori PEN, fatte salve le condutture che attraversano il luogo a maggior rischio in caso di incendio.

[37] Le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e, preferibilmente, non devono essere a portata di mano; se altrimenti sono a portata di mano, devono essere poste dentro involucri o barriere che non creino

intralcio al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione.

[38] I conduttori dei circuiti in corrente alternata devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo a tal fine è sufficiente che tutti i conduttori facenti parte dello stesso circuito siano raggruppati in una stessa conduttura.

[39] Le condutture, ivi comprese quelle che transitano soltanto dall'ambiente, devono essere realizzate in uno dei seguenti modi:

9.1 <u>Modo A</u>

- Condutture di qualsiasi tipo annegate in strutture non combustibili;
- Condutture realizzate mediante cavi contenuti in tubi o canali metallici o non metallici, purché non combustibili, con grado di protezione almeno IP4X; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi e dai canali stessi, purchè idonei allo scopo;
- Condutture realizzate mediante cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione, sprovvisti all'esterno di guaina non metallica;

9.2 <u>Modo B</u>

- Condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico;
- Condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione;
- Condutture realizzate mediante cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione, sprovvisti all'esterno di guaina non metallica;

9.3 <u>Modo C</u>

- Condutture diverse da quelle precedentemente elencate ai capoversi 9.1 Modo A e 9.2 Modo B, realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione;
- Condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari, sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canali metallici senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai canali stessi, o da un conduttore, nudo oppure isolato, contenuto in ciascuna di esse;

- Condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari, sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o involucri non metallici, chiusi e con grado di protezione almeno IP4X, realizzati in materiale resistente alle prove previste dalla normativa, assumendo per la prova del filo incandescente 850 °C (anziché 650 °C) qualora non soggetti a normativa specifica e installati in vista (non incassati);
- Binari elettrificati e condotti sbarre;

[40] Le condutture che attraversano l'ambiente ma non sono destinate alla alimentazione elettrica di utenze al suo interno, non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno dell'ambiente, a meno che le connessioni non siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco definita nella relativa norma di prodotto.

Le condutture che alimentano o attraversano l'ambiente devono essere protette contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti tra l'origine dei circuiti e l'ambiente.

Le condutture che hanno origine all'interno dell'ambiente devono essere protette contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti all'origine dei circuiti stessi.

La protezione delle condutture descritte ai capoversi 9.1 Modo A e 9.2 Modo B non richiede particolari prescrizioni.

I circuiti terminali singoli o raggruppati delle condutture descritte al capoversi 9.3 Modo C, ad esclusione dei circuiti di sicurezza, a meno che non siano racchiusi in involucri con grado di protezione almeno IP4X e con la sola eccezione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore, devono essere ulteriormente protetti in uno dei modi seguenti:

- Nei sistemi TT e TN con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale di intervento non superiore a 300 mA, anche ad intervento ritardato; quando i guasti resistivi possono innescare un incendio (ad esempio riscaldamento a soffitto con elementi a pellicola riscaldante), la corrente differenziale deve essere pari a 30 mA;
- Nei sistemi IT con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca l'apertura automatica del circuito quando si manifesta un decadimento dell'isolamento; per

particolari necessità di continuità di servizio, il dispositivo può azionare un allarme ottico ed acustico anziché aprire il circuito.

[11] Le condutture descritte ai capoversi 9.2 Modo B e 9.3 Modo C la propagazione dell'incendio deve essere evitata come segue:
- Utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" (CEI 20-35) quando sono installati individualmente o sono distanziati tra loro di almeno 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso oppure sono installati in tubo o canale con grado di protezione IP4X;
- Utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" (CEI 20-22) ;
- Adottando sbarramenti, barriere tagliafiamma e/o altri provvedimenti equipollenti;

[12] Devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio; le barriere devono avere requisiti di resistenza al fuoco almeno pari a quelli richiesti per gli elementi di costruzione del solaio o parete su cui sono installate.

1.9.4 – Prescrizioni aggiuntive per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio per la presenza di materiale infiammabile

Negli ambienti classificati come a maggior rischio in caso di incendio, a causa della presenza di materiale infiammabile, gli impianti elettrici devono soddisfare le seguenti ulteriori prescrizioni particolari:

[13] tutti i componenti dell'impianto, ad eccezione delle condutture, gli apparecchi di illuminazione ed i motori, devono essere posti dentro involucri con grado di protezione almeno IP4X;

[14] i componenti elettrici devono essere ubicati o protetti in modo da non essere soggetti allo stillicidio di eventuali combustibili liquidi;

[15] quando si prevede che si possa accumulare polvere sugli involucri di componenti dell'impianto in quantità sufficiente a causare un rischio di incendio, devono essere presi adeguati provvedimenti per impedire che questi involucri raggiungano temperature eccessive;

[16] i motori che sono comandati automaticamente o a distanza e che non sono sotto continua sorveglianza, devono essere protetti contro le temperature eccessive mediante un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi con ripristino manuale o mediante un equivalente dispositivo di protezione contro i sovraccarichi; i motori con avviamento stella triangolo, non provvisti del cambio automatico della connessione da

stella a triangolo, devono essere protetti contro le temperature eccessive anche nella connessione a stella;

[17] se nell'ambiente, può esserci rischio di incendio dovuto a polvere o fibre, gli apparecchi di illuminazione devono essere costruiti in modo che, in caso di guasto, sulla loro superficie, si presenti solo una temperatura limitata e che polvere e/o fibre non possano accumularvisi in quantità pericolose;

[18] gli apparecchi di accumulo del calore devono essere del tipo che impedisca l'accensione, da parte del nucleo riscaldante, della polvere e/o delle fibre combustibili.

Le prescrizioni elencate sono da applicare generalmente a tutto l'ambiente considerato; nei casi particolari nei quali il volume del materiale combustibile sia ben definito, prevedibile e controllato, la zona entro la quale gli impianti elettrici devono soddisfare le prescrizioni sopra elencate può essere delimitata dalla distanza dal volume del materiale combustibile oltre la quale le temperature superficiali, gli archi e le scintille che possono prodursi sia nel funzionamento ordinario che in casi di guasto, non possono più innescare l'accensione del materiale combustibile stesso.

In mancanza di elementi precisi di valutazione delle caratteristiche del materiale infiammabile o combustibile e del comportamento in caso di guasto dei componenti elettrici, si devono assumere distanze non inferiori alle seguenti:

- 1,5 m. in orizzontale, in tutte le direzioni e comunque non oltre le pareti che delimitano il locale e relativa aperture provviste di serramenti;
- 1,5 m. in verticale, verso il basso e comunque non al di sotto del pavimento;
- 3 m. in verticale, verso l'alto e comunque non al di sopra del soffitto.

2 – PRESCRIZIONI GENERALI

2.1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente progetto è realizzato in conformità alle seguenti norme e disposizioni di carattere generale:

- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) per gli impianti elettrici;
- Prescrizioni e raccomandazioni della società fornitrice energia elettrica (ENEL);
- Prescrizioni e raccomandazioni del Comando provinciale dei vigili del fuoco;
- Leggi e decreti dello Stato Italiano

2.1.1 - Leggi di carattere generale

- LEGGE 1 marzo 1968, n° 186
  "*Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici*".

- D. Lgs. 9 aprile 2008 n.81
  "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

- D. Lgs. 3 agosto 2009 n.106
  "Disposizioni Integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81,in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

- DLgs 19 marzo 1996, n° 242
  "*Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n° 626*

- DPR 462/2001
  "*Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti pericolosi.*

- DM 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".

2.1.2 – Apparecchiature e componenti per bt

Quadri e interruttori

- DPR 27 aprile 1955, n° 547 -
  - Art. 287 - quadri di distribuzione e di manovra -
  - Art. 288 - interruttore generale
  - Art. 290 - interruttori elettrici e simili
- CEI EN 60947-1/A2 – CEI 17-44 Apparecchiature a bassa tensione
- CEI EN 60947-2 CEI 17-5 Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 61439-1 prestazioni obbligatorie valide per tutti i tipi di quadro elettrico per bassa tensione;
- CEI EN 61439-2 normativa relativa ai quadri di potenza;
- CEI EN 61439-3 normativa relativa ai quadri di distribuzione finale;
- CEI EN 61439-4 normativa relativa ai quadri per cantieri;
- CEI EN 61439-5 normativa relativa ai quadri di distribuzione di potenza;
- CEI EN 61439-6 normativa relativa ai quadri per sistemi di sbarre.
- CEI EN 50274 CEI 17-82 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione - Protezione contro le scosse elettriche Protezione dal contatto diretto accidentale con parti attive pericolose
- CEI EN 60898-1 CEI 23-3/1 - CEI EN 60898-2 CEI 23-3/2 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
-

Prese a spina

- DPR 27 aprile 1955, n° 547 – Artt. 309 - 314 - macchine ed apparecchi elettrici mobili e portatili
- CEI EN 23-124;V1 Spine e prese per usi domestici e similari
- CEI EN 60309-1/A1/EC - CEI 23-12/1;EC1 - prese a spina per usi industriali Spine e prese per uso industriale Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 60309-2/A2 - CEI23-12/2;V3 Spine e prese per uso industriale Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici
- CEI EN 60309-4/A1 - CEI 23-12/4;V1 Spine e prese per uso industriale Parte 4: Prese fisse e mobili con interruttore, con e senza dispositivo d'interblocco
- CEI 23-122 - Spine e prese per usi domestici e similari Parte 2-3: Prescrizioni particolari per prese con interruttore senza dispositivo di interblocco per installazioni fisse

- CEI 23-123 - Spine e prese per usi domestici e similari
  Parte 2-6: Prescrizioni particolari per prese con interruttore con dispositivo di interblocco per installazioni fisse

Cassette di Giunzione

- CEI EN 60998-1 - 23-20 - Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari

Tubi e canali portacavi

- CEI EN 61537 - CEI 23-76 Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini
- CEI EN 50085-2-1/A1 – CEI 23-93;V1 Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche
- CEI EN 61386 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche

Cavi e conduttori elettrici

- CEI 20-20 - cavi isolati con polivinilclururo con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 20-21/1 - calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1, in regime permanente. (fattore di carico 100 %)
- CEI 20-24/ab - giunzioni e terminazioni per cavi di energia - fasc. 550
- CEI 20-33/ab - giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione Uo / U non superiore a 600 / 1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua
- CEI 64.8/5 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. – Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Illuminazione

- UNI EN 12464-1 Illuminazione dei luoghi di lavoro – Parte 1 Luoghi di lavoro interni

2.1.3 – Sicurezza e antinfortunistica

Sicurezza e antinfortunistica

Gli impianti elettrici sono stati realizzati rispettando le prescrizioni delle norme impiantistiche, per quanto riguarda sicurezza e antinfortunistica delle persone:

- DPR 27 aprile 1955, n° 547
- DLgs 19 marzo 1996, n° 242

- DLgs. 9 aprile 2008 n° 81

Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza - fasc. 1919

Protezione contro gli effetti termici

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione delle condutture contro le sovracorrenti di sovraccarico e Cortocircuito

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione contro le sovratensioni

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione contro le tensioni di contatto e impianto di terra

- CEI EN 61936-1 - CEI 99-2 - impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata.
- CEI EN 505221 - CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1 kV c.a.
- CEI 64.8/5 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Calcolo delle correnti di corto circuito

- CEI EN 60909-0 – CEI 11-25 Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata

Norme Connessione Utenti Attivi

- CEI 0-21 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica

2.1.4 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO MT

- CEI EN 61936-1 - CEI 99-2 - impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata.
- CEI EN 505221 - CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1 kV c.a.
- CEI 0-16 – CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI EN 62271 – CEI 17-100 Apparecchiatura ad alta tensione

Norme Connessione Utenti Attivi

- CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

2.2 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

2.2.1 – Generalità

Negli schemi allegati alla presente relazione tecnica è indicata la distribuzione planimetrica delle apparecchiature degli impianti elettrici e le loro principali caratteristiche.

Nella scelta dei materiali non univocamente specificati negli elaborati, si prescrive che:

- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono essere tali da resistere alle sollecitazioni di tipo meccanico, chimico, termico o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante il loro esercizio;
- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici dovranno rispondere alle caratteristiche nominali del circuito in cui verranno installate in termini di potenza, tensione, portata di corrente e frequenza;
- tutti i materiali per l'esecuzione delle opere previste, dall'oggetto della presente relazione devono avere caratteristiche tali da rispondere totalmente alle relative norme CEI ed alle tabelle CEI – UNEL attualmente in vigore.

2.2.2 – Condutture Elettriche

Le condutture elettriche dovranno essere realizzate in modo tale da adempiere alle seguenti prescrizioni.

Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione

In base alle norme specifiche avremo:

- il colore giallo/verde per i conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali
- il colore blu chiaro per i conduttori di neutro
- i colori marrone, grigio, nero ecc. per gli altri conduttori

Sezioni minime dei conduttori di fase

Per cavi realizzati in rame, nel caso d'installazioni fisse:

- circuiti di utilizzazione luce 1,5 mmq.;
- circuiti di utilizzazione F.M. 2,5 mmq.
- circuiti di comando $S \geq 0.5$ mmq. (0.1 mmq. apparecchiature elettroniche)

Sezioni minime dei conduttori di protezione

Tra sezione del conduttore di fase S (mmq.) e sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp (mmq.) deve sussistere la seguente relazione:

- se $S \leq 16$ $\Rightarrow$ $Sp = S$
- se $16 < S \leq 35$ $\Rightarrow$ $Sp = 16$
- se $S > 35$ $\Rightarrow$ $Sp = S / 2$

2.2.2.1 – Tipologia dei Cavi

I cavi elettrici da utilizzare nell'impianto devono essere conformi alle norme CEI/UNEL indicate.

In particolare per questa tipologia di impianto sono da utilizzare cavi antifiamma del tipo:

- FG7OR 0.6 / 1 kV, CEI 20 – 13
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in gomma HEPR ad alto modulo, con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (CEI 20-11 e CEI 20-34); guaina in PVC di qualità Rz, colore grigio; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali; adatti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari; possono essere direttamente interrati.
- N07V-K 450/750V, CEI 20 - 20
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità R2;. adatti per installazione fissa e protetta su o entro apparecchi di illuminazione, all'interno di apparecchiature di interruzione e di comando, per tensioni sino a 1000 V in corrente alternata o 750 V in corrente

continua;

- FROR 450/750V, CEI 20 – 14
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità TI2; guaina in PVC di qualità TI2, colore grigio chiaro; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali; adatti per posa fissa all'interno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari.
- FG7OH2R 0.6 / 1 kV CEI 20 – 13
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso flessibile in classe 5; isolamento in gomma HEPR ad alto modulo, con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (CEI 20-11 e CEI 20-34); schermatura a treccia di capillari di rame rosso elettrolitico; guaina in PVC di qualità Rz,colore grigio; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali ed apparecchiature dove si necessita una particolare protezione da disturbi statici, magnetici; adatti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari
- FR2OH2R 450/750V, CEI 20 – 14
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità R2, colore grigio; schermatura con treccia di rame rosso; guaina in PVC di qualità RZ, colore grigio; cavo con particolari caratteristiche di protezione da interferenze elettrostatiche ed elettromagnetiche, adatti per trasmettere segnali elettrici di comando protetti da interferenze e disturbi esterni; adatti anche per l'alimentazione di valvole, attivazione di circuiti di allarme o blocco relè, e similari; adatti per posa fissa all'interno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari;
- FTG10(O)M1 0.6 / 1 kV CEI 20-45, CEI 20–37, CEI 20–36
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; barriera antifuoco in mica; isolamento con mescola elastomerica G10; riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico; guaina termoplastica speciale tipo M1; adatti 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; adatti per installazione nei luoghi nei quali in caso di incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e nelle quali si vogliano evitare danni le strutture, alle apparecchiature, ai beni comunque presenti od esposti; adatti per alimentazione di uscite di sicurezza, segnalatori di fumi o gas, scale mobili; adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.
- CAVO TELEFONICO TR/R – TR/HR , CEI 46 – 5
  Conduttore a filo unico di rame stagnato; isolamento in PVC; schermatura

con nastro di alluminio accoppiato (solo per versione TR/HR); guaina In PVC, colore grigio; per le loro caratteristiche di elevata autoestinguenza e ridotta corrosività, sono adatti per impianti di distribuzione all'interno di edifici civili o industriali.

- CAVO DATI UTP 6 , IEC 61156 - EN 50288-6 ,IEC 11801 2nd Ed. - EN 50173 2nd Ed.,EIA/TIA 568 B.2.1
  Cavo realizzato con 4 coppie di conduttori 23 AWG in rame rosso monofilare, con isolamento in polietilene; conduttori delle coppie incollati, con separatore centrale a crociera flessibile; guaina: in PVC oppure in halogen free, colore grigio o blu; adatto per cablaggio strutturato cat.6.
- CAVO DATI FTP 6 , IEC 61156 - EN 50288-6 ,IEC 11801 2nd Ed. - EN 50173 2nd Ed.,EIA/TIA 568 B.2.1
  Cavo realizzato con 4 coppie di conduttori 23 AWG in rame rosso monofilare, isolati in polietilene, con separatore centrale flessibile; schermatura con foglio alluminio/poliestere con piega di corto circuito, filo di continuità 26 AWG in rame stagnato; guaina in PVC oppure in halogen free, colore grigio o blu; adatto per cablaggio strutturato cat.6.
- CAVO TV
  Conduttore a filo unico di rame rosso ricotto o stagnato; isolamento In polietilene espanso; schermatura con combinazione di nastri accoppiati alluminio/poliestere con treccia di rame rosso o stagnato; guaina in PVC di qualita Rz; adatti per la trasmissione di segnali televisivi negli impianti di discesa d'antenna personali e centralizzati, per ricezione TV terrestre o via satellite
- CAVO IMPIANTI ALLARME
  Conduttore in rame rosso flessibile in classe 5, isolamento in mescola di PVC tipo R2 antifiamma a norme CEI 20-22 II,CEI 20-37/1;conduttori cordati
  tra loro;schermatura globale a nastro di alluminio/poliestere con conduttore di continuità in rame rosso guaina in mescola di PVC di tipo Rz antifiamma a norme CEI 20-22 II, CEI 20-37/1 di colore blu; Cavo schermato per impianti di allarme, antifurto ed antincendio.

2.2.3 – Quadri Elettrici

I quadri dovranno essere realizzati in conformità delle norme CEI 17-13(EN 60 439-1) che regola la costruzione ed il collaudo delle apparecchiature assiemate di comando e di protezione dei circuiti in bassa tensione (AS e ANS).

Se richiesto, saranno dotati di strumenti di misura da incasso e/o di spie luminose.

Tutte le linee dei circuiti in partenza dai quadri saranno protette da interruttori automatici muniti di relè magnetici per i corto circuiti e relè termici per i sovraccarichi, debitamente dimensionati, i primi in funzione delle correnti di cortocircuito che possono presentarsi sulla linea da proteggere, i secondi in funzione della corrente massima ammissibile (come da normativa CEI) per la linea da proteggere.

A protezione contro i contatti indiretti e in coordinamento con l'impianto di messa a terra, le linee in partenza dai quadri di distribuzione saranno protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori a relè differenziale.

In generale le apparecchiature saranno del tipo modulare ed avranno le connessioni accessibili per il montaggio e la manutenzio ne con la rimozione dei pannelli anteriori, fissati con viti o mobili su cerniere.

I quadri saranno dotati di adeguati interruttori di riserva, nonché di spazio sufficiente per aggiunte di ulteriori interruttori; il margine di spazio libero dovrà essere non inferiore al 30%.

All'interno, i quadri dovranno essere dotati di pannelli frontali incernierati con chiusura a mezzo viti, opportunamente finestrati per l'azionamento delle apparecchiature; queste ultime dovranno essere dotate di targhette pantografate per l'identificazione delle utenze.

Se prescritto, i quadri dovranno essere dotati anche di pannelli di segregazione interna per la separazione tra i vari sistemi dell'impianto.

La distribuzione interna per i quadri sarà realizzata tramite barre collettrici opportunamente identificate e le derivazioni da dette barre dovranno essere realizzate tramite conduttori antifiamma N07V/K in canaline in P.V.C. autoestinguente, complete di setti divisori ove necessario oppure tramite le apposite barre di derivazione fornite dai costruttori.

Le sezioni dei conduttori di cablaggio impiegati dovranno essere correlate con le tarature dei relativi interruttori.

Ogni connessione sarà eseguita con capicorda terminali e viti.

Dovranno essere eseguiti tutti i necessari contrassegni d'identificazione dei conduttori e dei morsetti.

I collegamenti tra gli interruttori delle varie sezioni dovranno essere realizzati con pettini di distribuzione di opportuna portata.

I cablaggi interni dovranno essere realizzati in modo da rendere minimo il numero degli incroci tra conduttori e dei ponticelli tra interruttore ed interruttore.

I quadri, le apparecchiature e le connessioni saranno dimensionate per

reggere le sollecitazioni elettrodinamiche di corto circuito prevedibili in base alla struttura dell'impianto.

Gli involucri dei quadri dovranno essere in grado di dissipare una potenza non inferiore a quella totale dissipata dai dispositivi interni, al fine di mantenere la temperatura nel range che garantisce l'idoneo funzionamento dei dispositivi stessi.

Il calcolo della potenza totale dissipata dai dispositivi interne sarà effettuato sommando le potenze dissipate da ogni singolo dispositivo, così determinabili:

- per i dispositivi di manovra e comando, la potenza dissipata dal dispositivo si determina moltiplicando la potenza dissipata da ciascun polo (indicata dal costruttore), per il numero dei poli, per il fattore di contemporaneità K (calcolato come il rapporto tra la corrente di impiego dell'utenza $\mathbf{I_b}$ e la corrente nominale del dispositivo $\mathbf{I_n}$)
- per i dispositivi ausiliari (lampade, trasformatori, ecc.) il costruttore indica direttamente la potenza dissipata.

La potenza dissipata dall'involucro può essere determinata in base alle indicazioni del costruttore, il quale ne fornisce direttamente il valore oppure fornisce la metodologia di calcolo della stessa.

Ciascun quadro sarà dotato di un proprio collettore di terra da collegare con l'impianto di terra esistente e dal quale si deriveranno tutti i conduttori di protezione in partenza delle linee di distribuzione ed ogni quant'altro non garantisca una perfetta continuità elettrica.

Per ogni quadro, infine, sarà predisposto uno schema unifilare formato UNI con l'indicazione di tutte le caratteristiche delle apparecchiature, la taratura dei relè e dei fusibili, i riferimenti alle morsettiere numerate ed ogni altra indicazione per rendere facile e chiaro il controllo delle connessioni e l'eventuale sostituzione di qualsivoglia apparecchiatura; ogni quadro dovrà avere una tasca per il contenimento dello schema elettrico; tale tasca sarà situata sulla faccia interna dello sportello.

Il posizionamento dei quadri e la loro composizione risultano dai relativi elaborati di progetto.

2.2.4 – Canalizzazioni

Le modalità di posa delle condutture devono essere in accordo con la tabella 52A della Norma CEI 64-8/5 che tiene conto delle caratteristiche dei cavi utilizzati.

Le vie cavi sotto traccia in muratura, saranno da realizzare mediante tubo realizzato in PVC spiralato, autoestinguente secondo la norma CEI 23-14, con grado di protezione IP 65 e raccordi di tipo Universale, temperatura d'esercizio da –10° C a + 70° C.

I canali portacavi da posare tipo battiscopa sono da realizzare in materiale, autoestinguente secondo la norma CEI 23-19. Grado di protezione IP 40 con raccordi di tipo Universale, temperatura d'esercizio da –10° C a + 60° C

Le vie cavi esterne saranno da realizzare in passerella metallica in lamiera di acciaio zincato a caldo tipo sendzimir oppure in tubo rigido di acciaio zincato tipo taz, con derivazione finale verso l'utenza da realizzare in tubo rigido di acciaio zincato tipo taz, o in guaina PVC liscio autoestinguente o in guaina spiralata metallica, completa dei necessari raccordi.

Le vie cavi interrate saranno da realizzare mediante tubo in PVC rigido serie pesante.

Medesime canalizzazioni non conterranno mai cavi ad utilizzazione diversa.

La sezione interna ($\mathbf{S_{int}}$) delle canalizzazioni ed il diametro interno delle tubazioni ($\mathbf{D_{int}}$) saranno determinate rispettivamente dalle relazioni:

- **Sint > 1,5 • Dc;**
- $\mathbf{D_{int} > 1,3 \cdot D_c}$;

essendo $\mathbf{D_c}$ il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuti nelle canalizzazioni medesime; in ogni caso il diametro minimo ammesso sarà di 16 mm.

Le canalizzazioni avranno percorsi unicamente orizzontali e verticali.

Nei punti di derivazione o di cambiamento di sezione saranno impiegati dei raccordi ortogonali o dei giunti adeguati in modo che sia garantito il facile inserimento dei cavi da alloggiare.

Le modalità di posa delle condutture devono essere in accordo con la tabella 52A della Norma CEI 64-8/5 che tiene conto delle caratteristiche dei cavi utilizzati.

2.2.5 – Giunzioni

Le connessioni tra i conduttori e tra i conduttori e gli altri elementi devono assicurare una continuità elettrica e prestare un'adeguata resistenza meccanica. Le connessioni devono essere situate in involucri che forniscano una protezione meccanica adeguata e devono essere accessibili per l'ispezione, le prove e la manutenzione.

Le connessioni devono essere realizzate mediante mezzi di connessione destinati a questo scopo, i quali devono essere scelti in modo tale da assicurare che le stesse connessioni possano sopportare le sollecitazioni provocate dalle correnti ammissibili nelle condutture in servizio ordinario e dalle correnti di cortocircuito determinate sulla base delle caratteristiche dei dispositivi di protezione.

I vari cavi e cordette saranno collocati in opera e saranno congiunti per le sezioni maggiori di 6 mmq. mediante morsetti fissi, mentre per sezioni fino a 6

mmq.. con morsetti a cappuccio; le giunzioni saranno ammesse solo entro a cassette di derivazione.

Le giunzioni, le derivazioni, i terminali dei cavi e cavetti unipolari o multipolari saranno eseguite in conformità delle norme CEI.

2.2.6 – Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione in esecuzione da incasso saranno in P.V.C. con grado di protezione non inferiore a IP40; in esecuzione da esterno saranno in lamiera pressofusa o in resina rinforzata, entrambe comunque con grado di protezione IP55.

Il coperchio sarà fissato mediante viti di ottone cromato o acciaio cadmiato da avvitarsi sulle madreviti poste sulle cassette; sarà esclusa la chiusura a pressione del coperchio sulla cassetta stessa.

Le cassette saranno corredate di morsetti a cappuccio; morsetti e cavi saranno contraddistinti per una esatta identificazione.

Le cassette saranno collocate in opera senza coperchio, ma con l'otturazione protettiva delle madreviti durante l'esecuzione dei lavori murari.

La dimensione minima interna ammessa per le cassette di derivazione è di 60 mm. di diametro oppure di 65 mm. di lato.

Nel caso di installazione di cassette di derivazione all'interno dei pozzetti, saranno da utilizzare cassette di derivazione con riempimento in resina, con grado di protezione IP67; in alternativa, all'interno della cassetta dovrà essere realizzata una colata di paraffina a sigillo della giunzione, al fine di raggiungere il grado di protezione IP67.

2.3 – IMPIANTO DI TERRA

Le caratteristiche dell'impianto di terra devono soddisfare le prescrizioni di sicurezza e funzionali dell'impianto elettrico.

Esso è composto da un dispersore di terra collegato al collettore principale di terra, posizionato generalmente nel quadro principale di distribuzione;dal collettore partono i conduttori di protezione verso tutte le utenze, le masse e le masse estranee.

2.3.1 – Collettori (o nodi) principali di terra

In ogni impianto deve essere usato un morsetto od una sbarra per costituire

un collettore principale di terra al quale si devono collegare i conduttori di terra, i conduttori di protezione e i conduttori equipotenziali.

Il collettore principale di terra verrà realizzato mediante apposito morsetto per collegamenti equipotenziali realizzato in ottone nichelato, con vite di serraggio a frizione in acciaio zincato in modo tale da soddisfare le prescrizioni della norma.

2.3.2 – Dispersore di terra

Il dispersore di terra è un corpo metallico o complesso di corpi metallici, posto in contatto elettrico con il terreno ed utilizzato intenzionalmente o di fatto per disperdere le correnti elettriche.

Il dispersore intenzionale è un corpo metallico installato unicamente per lo scopi inerenti la messa a terra di impianti elettrici; il dispersore di fatto è un corpo metallico in contatto diretto con il terreno o tramite calcestruzzo, la cui installazione viene effettuata per scopi diversi dalla messa a terra di impianti elettrici (ad esempio ferri di armatura).

I dispersori intenzionali possono essere realizzati mediante:

- dispersori a picchetto o a piastra, destinati all'infissione nel terreno;
- dispersori ad anello, costituiti da conduttori nudi (corde o nastri), interrati ad almeno 50 cm. di profondità), normalmente disposti seguendo il perimetro del fabbricato;
- dispersori a maglia, derivati dai dispersori ad anello prevedendo collegamenti tra diversi punti dell'anello.

Sia i dispersori ad anello che i dispersori a maglia, possono essere integrati con elementi infissi verticalmente (picchetti).

2.3.3 – Conduttori di terra

I conduttori di terra sono i conduttori di protezione che collegano il dispersore di terra ai collettori principali di terra; saranno realizzati in cavo tipo N07V-K di colore giallo / verde.

Il collegamento dei conduttori di terra al dispersore deve essere assicurato mediante apposito morsetto capocorda a quattro bulloni realizzato in ottone nichelato, adatto per dispersori a croce.

La sezione dei conduttori di terra dovrà verificare la relazione (4) per la protezione contro le correnti di cortocircuito (cfr. par. 9.2 protezione contro le correnti di cortocircuito): in ogni caso la sezione minima ammessa per i conduttori di terra sarà di 16 mmq.

2.3.4 – Conduttori di protezione

I conduttori di protezione sono i conduttori che realizzano i collegamenti prescritti per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti (dispersore – nodo principale di terra – masse – masse estranee).

La sezione dei conduttori di protezione dovrà verificare la relazione (4) per la protezione contro le correnti di cortocircuito (cfr. par. 2.4.2 protezione contro le correnti di cortocircuito)

La minima sezione ammissibile dei conduttori di protezione sarà dunque determinata con la formula inversa della (4), ovvero:

$$S = \frac{\left[I \times \sqrt{t}\right]}{K} \qquad (9)$$

dove:

- I è uguale alla corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile;
- t è uguale al tempo di intervento del dispositivo di protezione
- K coefficiente che, per i conduttori in rame, vale:
  - 115 se isolati in PVC
  - 135 se isolati in gomma ordinaria o gomma butilica
  - 143 se isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato

Ottemperando però a quanto già visto nel paragrafo 6.2, in merito alla sezione minima utilizzabile, la sezione dei conduttori di protezione può essere scelta con i criteri indicati in tale paragrafo; non è necessario quindi eseguire la verifica della precedente relazione (9).

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a 2,5 mm^2 se è prevista una protezione meccanica o inferiore a 4 mm^2 se non è prevista una protezione meccanica.

I conduttori di protezione sono realizzati mediante cavo tipo N07V – K di colore giallo / verde.

2.3.5 – Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali sono quei conduttori di protezione che mettono diverse masse e masse estranee al medesimo potenziale. I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella

del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm^2.

2.4 – SISTEMI DI PROTEZIONE

2.4.1 – Protezione dai contatti diretti

La protezione dai contatti diretti nel presente impianto sarà ottenuta mediante l'isolamento delle parti attive. Le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione. L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare le relative norme. (CEI 64-8/4 art. 412.1).

2.4.2 – Protezione combinata dai contatti diretti ed indiretti

La protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti è assicurata quando:

- la tensione nominale non supera 50 V, valore efficace in c.a., e 120 V in c.c.non ondulata;
- l'alimentazione proviene da una delle sorgenti previste dalla norma,quali :
  - Un trasformatore di sicurezza rispondente alle prescrizioni di sicurezza della Norma CEI 96-2, o una sorgente con un grado di sicurezza equivalente;
  - Una sorgente elettrochimica indipendente o separata con una protezione da circuiti FELV o da circuiti a tensione più elevata;
  - Una sorgente qualsiasi comunque indipendente da circuiti FELV o da circuiti a tensione più elevata;
  - Dispositivi elettronici conformi alle normative appropriate, per i quali siano stati adottati provvedimenti tali da assicurare che, anche in caso di guasto interno, la tensione ai morsetti di uscita non possa superare i valori sopra indicati;
- sono soddisfatte le prescrizioni per i circuiti SELV, oppure le prescrizioni per i circuiti PELV.

2.4.2.1 – Prescrizioni Comuni per i circuiti SELV e PELV

Condizioni di installazione dei circuiti

La parti attive dei circuiti SELV e PELV devono essere separate le une dalle altre, ed inoltre entrambe devono essere separate sia dai circuiti FELV che da

circuiti a tensione più elevata mediante separazione di protezione.

La separazione di protezione deve essere realizzata in uno dei seguenti modi:

- mediante conduttori separati materialmente;
- con i conduttori dei circuiti SELV e PELV muniti, oltre che del loro isolamento principale, di una guaina isolante;
- con i conduttori dei circuiti a tensione diversa separati da uno schermo o da una guaina metallici messi a terra;

Circuiti a tensione diversa possono essere contenuti in uno stesso cavo multipolare o in uno stesso raggruppamento di cavi, a condizione che i conduttori dei circuiti SELV e PELV siano isolati, nell'insieme od individualmente, per la massima tensione presente.

Prese a Spina

Le prese a spina dei sistemi SELV e PELV devono soddisfare i seguenti requisiti:

- le spine non devono poter entrare nelle prese di altri sistemi elettrici, sistema FELV incluso;
- le prese non devono permettere l'introduzione di spine di altri sistemi elettrici;
- le prese e le spine dei circuiti SELV non devono avere un contatto per il collegamento del conduttore di protezione;
- le spine dei circuiti SELV non devono poter entrare nelle prese dei circuiti PELV;
- le spine dei circuiti PELV non devono poter entrare nelle prese dei circuiti SELV.

2.4.2.2 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti SELV

Le parti attive dei circuiti SELV non devono essere collegate a terra e neppure a parti attive od a conduttori di protezione che facciano parte di altri circuiti.

Le masse non devono essere intenzionalmente collegate:

- a terra;
- a conduttori di protezione od a masse di altri circuiti elettrici;
- a masse estranee, con la sola eccezione che il collegamento sia richiesto dalla natura dei componenti dell'impianto e purché tali masse estranee non possano assumere tensioni superiori ai limiti della tensione nominale specificata in precedenza..

Se la tensione nominale supera 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V, in c.c. non ondulata, la protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata da:

- barriere od involucri aventi un grado di protezione non inferiore a IP 2X o IPXXB,

oppure

- un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

Se la tensione nominale non supera 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V, in c.c. non ondulata, la protezione contro i contatti diretti è generalmente assicurata, anche se può essere necessaria in caso di ambienti ed applicazioni particolari a causa di possibili influenze esterne.

2.4.2.3 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti PELV

Nel caso in cui i circuiti siano collegati a terra e non venga espressamente richiesto dalla normativa l'utilizzo dei circuiti SELV, possono essere utilizzati i circuiti PELV.

La protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata da:

- barriere od involucri aventi un grado di protezione non inferiore a IP 2X o IPXXB;

oppure

- un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

In tal caso, la protezione contro i contatti diretti, risulta assicurata se il componente elettrico si trova all'interno di un edificio dove sia stato effettuato il collegamento equipotenziale principale e la tensione nominale non superi:

- 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V in c.c. non ondulata, se il componente elettrico è usualmente utilizzato solo in luoghi asciutti e non si prevedono contatti estesi di parti attive con il corpo umano;
- 6 V, valore efficace in c.a., oppure 15 V in c.c. non ondulata, in tutti gli altri casi.

2.4.2.4 – Circuiti FELV

I circuiti FELV possono essere usati, per assicurare la protezione contro i contatti diretti e indiretti, quando, per ragioni funzionali, si utilizza una tensione inferiore a 50 V, valore efficace in c.a., od a 120 V in c.c. non ondulata, ma non vengono soddisfatte tutte le prescrizioni relative ai sistemi SELV e PELV, purchè gli stessi sistemi SELV o PELV non siano normativamente necessari.

Nei circuiti FELV la protezione contro i contatti diretti deve essere fornita da:

- barriere o involucri aventi un grado di protezione rispondente alla normativa;

oppure

- un isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario, o un isolamento rinforzato in grado di sopportare una tensione di prova di 1500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

Nei circuiti FELV la protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata:

- in un sistema dove sia applicata la misura di protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione e che alimenti il circuito FELV, collegando le masse del circuito FELV al conduttore di protezione del sistema primario;
- in un sistema dove sia applicata la misura di protezione mediante separazione elettrica, collegando le masse del circuito FELV al conduttore equipotenziale isolato non connesso a terra.

Le prese a spina per i circuiti FELV devono soddisfare i seguenti requisiti:

- le spine non possano essere inserite in prese alimentate con altri sistemi di tensione;
- nelle prese non possano essere inserite spine di altri sistemi di tensione.

2.4.3 – Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti è assicurata dalla interruzione automatica della alimentazione, come richiesto dalla normativa, quando, in caso di guasto, si possono avere effetti fisiologici dannosi in una persona a causa del valore e della durata della tensione di contatto.

L'impianto utilizza un modo di collegamento a terra TN-S, per cui tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione, devono essere collegate tutte allo stesso impianto di terra. Sulla base della pubblicazione IEC 479, la quale definisce i criteri con cui valutare la capacità che hanno le persone di sopportare la corrente senza che si manifestino effetti fisiologici pericolosi, sono stati determinati dei metodi convenzionali che permettono di valutare i tempi di intervento dei dispositivi di protezione, nei sistemi TN, in funzione della tensione nominale (vedi tabella 41A).

Tab. 41A **Tempi massimi di interruzione per sistemi TN**

U_0(V)	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Secondo le prescrizioni normative, le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si verifica un guasto di impedenza trascurabile in una qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione, oppure tra un conduttore di fase ed una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la condizione:

$$Z_S \cdot I_a \leq U_0 \qquad (1)$$

dove:

- Z_S è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente
- I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la I_a è la corrente differenziale $I_{\Delta n.}$
- U_0 tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase – terra) in Volt

La verifica della protezione dai contatti indiretti comporta, dunque, il soddisfacimento della condizione (1) con il valore di corrente determinato sulle curve di intervento tempo-corrente dei vari dispositivi di protezione, in corrispondenza del tempo individuato sulla tabella 41A della norma 64-8/4, conseguentemente al valore della tensione nominale tra fase e terra.

Per quelle partenze di alimentazione per le utenze che risultano protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori differenziali assumeremo quale corrente di intervento del dispositivo di protezione, la corrente differenziale; nel caso di dispositivi regolabili, in via cautelativa ai fini della sicurezza, assumeremo il massimo valore di taratura del dispositivo stesso.

La verifica verrà condotta in termini di lunghezza, ovvero determinando dalla relazione (1), con la formula inversa, l'impedenza dell'anello di guasto limite che soddisfa tutte le condizioni; da tale impedenza di anello di guasto limite, essendo ovviamente note le resistenza e la reattanza unitaria del cavo nonché la sua sezione, si ricava la lunghezza limite del cavo al di sotto della quale la condizione (1) risulta soddisfatta; per verificare la relazione (1) risulta quindi sufficiente verificare che la lunghezza del cavo in esame sia inferiore o uguale alla suddetta lunghezza limite calcolata.

Ricapitolando, la metodologia da seguire risulta pertanto la seguente:

- dalla tabella 41A della norma 64-8/4 si ricava in funzione della tensione nominale fase terra (tensione stellata) il tempo limite di intervento delle

protezioni;

- sulle curve tempo-corrente dei dispositivi di protezione si ricava il valore di corrente che provoca l'intervento del dispositivo entro il tempo limite fissato al punto precedente; nel caso di dispositivi differenziali, tale valore diviene proprio il valore di corrente differenziale (se regolabili, massima corrente di taratura);
- dalla relazione inversa della (1) si ricava il valore massimo della impedenza di guasto ammissibile in considerazione dei valori di tensione e di corrente determinati;
- ricordando che il valore dell'impedenza di guasto è dato dalla serie della impedenza equivalente della sorgente di alimentazione (valore noto), della impedenza del conduttore di fase (dalla sorgente al punto di guasto) e della impedenza del conduttore di protezione (dal punto di guasto alla sorgente) ed osservando che di queste ultime due sono note le sezioni e quindi i parametri unitari, mentre l'unico parametro variabile risulta la lunghezza, si ricava la lunghezza del cavo corrispondente alla impedenza dell'anello di guasto calcolata: tale lunghezza del cavo risulta pertanto la massima lunghezza ammissibile rimanendo verificata la condizione (1);
- si verifica che la lunghezza del cavo di alimentazione della utenza sia inferiore od al limite uguale al valore di lunghezza precedentemente calcolato.

2.4.3.1 – Protezione dai contatti indiretti sotto UPS

La protezione dai contatti indiretti è assicurata da un interruttore differenziale nel funzionamento da rete e da generatore.

Quando il sistema funziona in isola con le batterie dell'UPS, non si applica la protezione dai contatti indiretti per separazione elettrica, perché il trasformatore dell'UPS non è in genere di isolamento e comunque le masse sono collegate a terra; questo collegamento a terra è necessario per fronteggiare il guasto a terra nell'alimentazione di rete.

Il sistema elettrico a valle del trasformatore è isolato da terra, e nel funzionamento in isola costituisce un piccolo sistema IT.

In questo contesto la corrente di primo guasto a terra è di natura capacitiva e data la limitata estensione del circuito è dell'ordine di pochi milliampere, quindi non introduce tensioni pericolose; un secondo guasto a terra costituisce per l'UPS un cortocircuito che provoca entro pochi secondi il distacco dell'inverter.

In considerazione della limitata estensione dei circuiti alimentati dall'UPS,

tenuto conto del breve tempo per il quale l'UPS può funzionare in isola (di solito il tempo di avviare il generatore, se presente, e comunque inferiore alla due ore) e quindi della piccola probabilità che si verifichi un primo guasto a terra, risulta accettabile la non installazione di un dispositivo di segnalazione di primo guasto a terra.

2.5– PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI

2.5.1 – Protezione contro le correnti di sovraccarico

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito, prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circondante le condutture. Le caratteristiche di funzionamento di tali dispositivi devono rispondere alle seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad (2)$$
$$I_f \leq 1.45 \cdot I_z \qquad (3)$$

dove:

- I_b corrente di impiego del circuito
- I_z portata in regime permanente della conduttura. Per la determinazioni di tali portate si fa riferimento alla tabella CEI UNEL 35024-70. Inoltre si dovrà tener conto di un coefficiente K_{tot} che tiene conto dell'influenza delle differenti condizioni di installazione. La portata effettiva sarà data dal prodotto del valore indicato dalla tabella per K_{tot}, che si ottiene a sua volta moltiplicando i fattori correttivi K_1, K_2, dedotti dalle tabelle T1, T2, T3 e T4:
  - K_1 è il fattore di correzione da applicare se la temperatura ambiente è diversa da 30 °C (tab. T1)
  - K_2 è il fattore di correzione per i cavi installati in fascio o in strato (tab. T2) o per i cavi installati in strato su più supporti secondo le modalità di posa CEI 64-8 (tab. T3 per cavi multipolari, tab. T4 per cavi unipolari)
- I_n corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_f corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite; secondo la norma CEI 23– 3 (EN 60947-2) si hanno:

- ❖ int.magnetotermici curva B, C,D;Z $\Rightarrow$ $I_f = 1.3\ I_n$
- ❖ fusibili In ≤ 4 $\Rightarrow$ If = 2.1 In
  4 < In < 16 $\Rightarrow$ If = 1.9 In
  In ≥ 16 $\Rightarrow$ If = 1.6 In

2.5.2 – Protezione contro le correnti di cortocircuito

Devono essere 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.

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti deve rispondere alle due seguenti 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 porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile;deve quindi essere soddisfatta:

$$(I^2t) \leq K^2S^2 \quad (4)$$

  dove:
  - ❖ t durata in secondi
  - ❖ S sezione in mmq.
  - ❖ I corrente effettiva di cortocircuito in A, espressa in valore efficace
  - ❖ K coefficiente che per i conduttori in rame vale:
    - 115 se isolati in PVC
    - 135 se isolati in gomma ordinaria o gomma butilica
    - 143 se isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato
- il potere di interruzione (P_{di}) non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta (I_{cc}) nel punto di installazione (è ammesso il coordinamento)

$$P_{di} \geqslant I_{cc} \quad (5)$$

La relazione (4) suddetta, deve essere verificata per ogni tipo di cortocircuito, tenendo conto della corrente minima e della corrente massima di cortocircuito, possibili in un circuito.

2.5.2.1 - Verifica alle correnti massime di cortocircuito

La massima corrente di cortocircuito presunta, si manifesta generalmente ai

morsetti del dispositivo di protezione nel caso di guasto franco tra le fasi.

Verifichiamo la relazione (4) con il valore di I^2t calcolato al potere d'interruzione dell'interruttore stesso; tale assunzione è cautelativa ai fini della sicurezza, in quanto, da un lato, il valore massimo della corrente di cortocircuito è non superiore al potere di interruzione dell'interruttore e, dall'altro, dall'andamento della curva I^2t/I_{cc} risulta come la massima energia passante si ottenga in corrispondenza del massimo valore della corrente di cortocircuito; in definitiva il valore di energia passante in corrispondenza del valore del potere di interruzione dell'interruttore risulta il massimo possibile.

Il valore dell'I^2t è ricavato dalle curve caratteristiche di limitazione dell'energia specifica passante, per ciascuno dei dispositivi utilizzati; il tipo di dispositivi installati è descritto negli schemi unifilari.

Per i fusibili, questa verifica risulta superflua in quanto, una volta eseguita la verifica alla minima corrente di cortocircuito con le modalità riportate al paragrafo successivo, quest'ultima garantisce anche il soddisfacimento della verifica alle correnti massime di cortocircuito. Infatti, esaminando l'andamento delle curve caratteristiche I^2t/I_{cc} dei fusibili, si rileva come all'aumentare della corrente di cortocircuito (I_{cc}), diminuisca l'energia passante del dispositivo (I^2t); appare allora chiaro come il soddisfacimento della relazione (4) per la minima corrente di cortocircuito garantisca automaticamente il soddisfacimento della stessa relazione per la massima corrente di cortocircuito.

Per il calcolo dell'energia ammissibile del cavo K^2S^2 ricordiamo che, per i cavi in rame e isolati in PVC si ha K = 115, mentre per i cavi in rame e isolati in gomma etilpropilenica si ha K = 143.

2.5.2.2 – Verifica alle correnti minime di cortocircuito

Come corrente di cortocircuito minima, si considera quella corrispondente ad un cortocircuito che si produca tra fase e neutro, nel punto più lontano della conduttura protetta. Dato il differente comportamento dei dispositivi di protezione nei confronti del cortocircuito, il quale comporta un diverso andamento dell'energia passante al variare della corrente, è opportuno distinguere i dispositivi magnetotermici dai fusibili

Esaminiamo dapprima i dispositivi magnetotermici.

La determinazione della minima corrente di cortocircuito presunta, può essere effettuata con la formula riportata di seguito, ammettendo le seguenti ipotesi:

- un aumento del 50 % della resistenza del circuito rispetto al valore a 20 °C, dovuto al riscaldamento dei conduttori causato dalla corrente di cortocircuito

- una riduzione all'80 % della tensione di alimentazione, per effetto della corrente di cortocircuito, rispetto alla tensione nominale di alimentazione.

Si ha quindi la condizione (6) :

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U}{1.5 \cdot \rho \frac{2 \cdot L}{S}}$$

dove:

- I_{cc} corrente di cortocircuito presunta (A)
- U tensione fase-neutro di alimentazione (V)
- ρ resistività del rame a 20 °C $\Rightarrow$ $\rho_{CU\ 20°}$ = 0.018 ($\Omega \cdot mm^2/m$)
- L lunghezza della conduttura protetta (m)
- S sezione del conduttore (mm^2)

Per condurre la verifica della relazione (4) nel caso della minima corrente di cortocircuito, assumiamo quale minima corrente di cortocircuito presunta il minimo valore della corrente di intervento magnetico; in altri termini, assumiamo che il valore della minima corrente di cortocircuito ricada all'interno della zona di sicuro intervento magnetico dell'interruttore. Questa assunzione, ci permette di condurre una verifica semplificata in termini di lunghezza.

Infatti, dall'andamento della curva I^2t/I_{cc}, si evince come, all'interno della zona di sicuro intervento magnetico dell'interruttore, la massima energia passante si ottenga in corrispondenza del massimo valore della corrente di cortocircuito; pertanto, la relazione (4), già verificata con successo per la massima corrente di cortocircuito, rimane soddisfatta anche per la minima corrente di cortocircuito, per la quale avremo un valore di energia passante inferiore al massimo, in conseguenza di quanto appena detto.

Utilizzando allora la relazione (6) con il suddetto minimo valore della corrente d'intervento magnetico dell'interruttore, possiamo calcolare, tramite la relativa formula inversa, la lunghezza massima protetta dal cortocircuito da ciascuno dei dispositivi, essendo nota la sezione della conduttura da proteggere.

La minima corrente di sicuro intervento magnetico è data dalla seguente tabella, salvo diversa indicazione dei costruttori, i quali forniscono direttamente il valore della minima corrente di intervento magnetico.

I_m = corrente minima di sicuro intervento magnetico

Dispositivo di protezione	Curva	I_m
Magnetotermico	B	5 x I_n
Magnetotermico	C	10 x I_n

Magnetotermico	D	20 x I_n
Magnetotermico	K	14 x I_n
Magnetotermico	Z	3,6 x I_n
Salvamotore	FISSA	12 ÷ 16 x I_n

La verifica della relazione (4), per le minime correnti di cortocircuito, può essere così ricondotta semplicemente ad una verifica in termini di lunghezza; si ha pertanto la condizione:

$$L_{linea} < L_{max} \qquad (7)$$

dove:

- L_{linea} lunghezza della linea (m)
- L_{max} lunghezza massima protetta dal cortocircuito (m), calcolata tramite la (6)

La verifica della (7) comporta dunque, che la lunghezza della linea in esame risulti inferiore al valore della massima lunghezza protetta; di conseguenza la minima corrente di cortocircuito possibile, avrà una intensità maggiore del valore minimo che garantisce l'intervento magnetico del dispositivo di protezione e, contemporaneamente, avrà una intensità minore della corrente massima di cortocircuito, portando come conseguenza che la relazione (4) risulta verificata, anche per quanto riguarda le correnti minime di cortocircuito.

Nel caso in cui la verifica della relazione (7) non dia esito positivo, verificheremo direttamente la relazione (4), calcolando tramite la (6) la minima corrente di cortocircuito; con il valore determinato, si ricava, sulla curva I^2t/I_{cc} dell'interruttore, il valore dell'energia passante per condurre la verifica.

Per quanto riguarda i fusibili, abbiamo già anticipato come il valore massimo dell'energia passante si ha per il minimo valore della corrente di cortocircuito (cfr. par.9.2).

Verifichiamo allora la relazione (4), calcolando dapprima il suddetto valore minimo della corrente di cortocircuito e confrontando, quindi, il valore dell'energia ammissibile del cavo K^2S^2 con il valore dell'energia passante I^2t ricavato dalle curve caratteristiche I^2t/I_{cc} di ciascun fusibile in corrispondenza della minima corrente di cortocircuito calcolata

2.5.2.3 - Verifica del potere di interruzione

Il potere di interruzione dei dispositivi di protezione dovrà essere superiore alle correnti di cortocircuito presunte nel punto di installazione dei dispositivi stessi (condizione (5)).

Pertanto gli interruttori da installare in ciascuno dei quadri dell'impianto, dovranno avere un potere di interruzione superiore al valore della corrente di cortocircuito presunta sul quadro di appartenenza.

Sarà possibile utilizzare interruttori con potere di interruzione inferiore ai valori della corrente presunta di cortocircuito, nel caso in cui si verifichino le due condizioni:

- tali interruttori sono a valle di interruttori con potere di interruzione adeguato;
- gli interruttori a monte esercitano una protezione di sostegno tale da "rinforzare" il potere di interruzione degli interruttori a valle; la protezione di sostegno dovrà comunque essere indicata dalle case costruttrici degli interruttori stessi.

2.5.3 – Verifica della Caduta di Tensione

Per un corretto impiego gli utilizzatori devono funzionare al valore della tensione nominale prevista dal costruttore; a tal fine è necessario verificare che le cadute di tensione ΔV siano contenute entro valori limite. Secondo le norme tali cadute di tensione non devono risultare superiori al 4 %.

Il valore di caduta di tensione della linea d'alimentazione trifase risulta

$$\Delta V = 1.732 \times I \times L \times (R\cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) \quad (8)$$

Il valore di caduta di tensione della linea di alimentazione monofase risulta

$$\Delta V = 2 \times I \times L \times (R\cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) \quad (8)$$

dove:

- I corrente nominale d'utilizzo (A)
- L lunghezza della linea (Km)
- φ angolo di sfasamento tra tensione e corrente
- R resistenza di linea (Ω)
- X reattanza di linea (Ω)

Il calcolo di verifica della caduta di tensione viene effettuato in questo modo:

- per quanto riguarda le dorsali dell'impianto viene calcolata la caduta di tensione percentuale effettiva tramite la relazione (8) ;
- per quanto riguarda le linee verso le utenze da ciascun quadro, viene dapprima calcolata la caduta di tensione percentuale presente a monte del quadro stesso sommando le cadute percentuali risultanti delle dorsali precedenti, verificando quindi che per ciascuna utenza la caduta di

tensione percentuale sia inferiore al complemento a quattro della caduta di tensione percentuale presente a monte ; la suddetta verifica viene effettuata mediante una formula inversa delle (8) dalla quale si ricava la lunghezza limite corrispondente alla caduta di tensione massima accettabile ricavata nel modo sopra descritto.

In tal modo su ogni linea vista nella sua interezza, da valle della sorgente di alimentazione all'utenza finale, viene rispettata la condizione posta dalla norma.

2.6 – CONCLUSIONE

Si precisa che l'obiettivo del presente progetto è quello di definire le caratteristiche principali degli impianti che verranno realizzati, in termini di soluzioni scelte e materiali utilizzati.

Si precisa inoltre che eventuali variazioni che dovessero essere effettuare in fase di esecuzione, dovranno essere concordate con il progettista, al fine di rendere conforme alle norme di sicurezza elettrica l'impianto realizzato

Il Progettista
Ing. Bruno Consolato

RELAZIONE TECNICA

IMPIANTO ELETTRICO

CORPO G

INDICE

INDICE 56
1 – PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO 57
1.1 - OGGETTO 58
1.2 – ELENCO ELABORATI 59
1.3 – SCOPO E DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO 59
1.3.1 – DISTRIBUZIONE GENERALE DELL'ENERGIA 59
1.4 - DATI DI PROGETTO 60
1.4.1 - CONDIZIONI AMBIENTALI 62
1.5 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO 64
1.5.1 – GENERALITÀ 65
1.5.2 – CAVI ELETTRICI 66
1.5.3 – QUADRI ELETTRICI 66
1.5.3.1 – Quadro QGDC 66
1.6 – IMPIANTO DI TERRA 67
1. 7 – SISTEMI DI PROTEZIONE 67
1.7.1 – PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI 68
1.9 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 68
1.9.1 – DEFINIZIONE DEGLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 69
1.9.2 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO DI INCENDIO PER LA PRESENZA DI MATERIALE INFIAMMABILE O COMBUSTIBILE IN LAVORAZIONE, CONVOGLIAMENTO, MANIPOLAZIONE E DEPOSITO 69
1.9.3 – PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 69
1.9.4 – PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO PER LA PRESENZA DI MATERIALE INFIAMMABILE 69
2.1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO 70
2.1.1 - LEGGI DI CARATTERE GENERALE 71
2.1.2 – APPARECCHIATURE E COMPONENTI PER BT 71
2.1.3 – SICUREZZA E ANTINFORTUNISTICA 72
2.1.4 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO MT 74
2.2 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO 75
2.2.1 – GENERALITÀ 75
2.2.2 – CONDUTTURE ELETTRICHE 76
2.2.2.1 – Tipologia dei Cavi 76
2.2.3 – QUADRI ELETTRICI 77
2.2.4 – CANALIZZAZIONI 79
2.2.5 – GIUNZIONI 80

2.2.6 – CASSETTE DI DERIVAZIONE 81
2.3 – IMPIANTO DI TERRA 188
2.3.1 – COLLETTORI (O NODI) PRINCIPALI DI TERRA 189
2.3.2 – DISPERSORE DI TERRA 189
2.3.3 – CONDUTTORI DI TERRA 189
2.3.4 – CONDUTTORI DI PROTEZIONE 190
2.3.5 – CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI 190
2.4 – SISTEMI DI PROTEZIONE 191
2.4.1 – PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI 191
2.4.2 – PROTEZIONE COMBINATA DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI 191
2.4.2.1 – Prescrizioni Comuni per i circuiti SELV e PELV 191
2.4.2.2 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti SELV 192
2.4.2.3 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti PELV 193
2.4.2.4 – Circuiti FELV 193
2.4.3 – PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI 194
2.4.3.1 – Protezione dai contatti indiretti sotto UPS 196
2.5– PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI 197
2.5.1 – PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO 197
2.5.2 – PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO 198
2.5.2.1 - Verifica alle correnti massime di cortocircuito 199
2.5.2.2 – Verifica alle correnti minime di cortocircuito 199
2.5.2.3 - Verifica del potere di interruzione 202
2.5.3 – VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE 202
2.6 – CONCLUSIONE 203

1 – PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO

1.1 - OGGETTO

Il presente progetto riguarda la realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione e forza motrice, a servizio del fabbricato “Corpo G – deposito cellulosa”, facente parte del nuovo insediamento industriale, per la produzione di carta tissue, sito a Montoro in Provincia di Avellino.

1.2 – ELENCO ELABORATI

Il seguente progetto si compone della presente relazione tecnica Dis.n° ST16045500 e dei seguenti allegati:

- Layout distribuzione impianti elettrici Corpo G – Deposito cellulosa Dis. n° ST1604515;

Per il quadro generale si rimanda alla relazione Tecnica distribuzione impianti esterni e i relativi allegati Dis. n° ST16045100;

1.3 – SCOPO E DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Lo scopo del presente progetto è quello di definire i criteri di installazione delle diverse parti di impianto, di calcolare tutte le grandezze elettriche al fine di ottenere un corretto dimensionamento di esse e di fornire delle specifiche tecniche al fine di scegliere del materiale conforme alla normativa vigente in materia di sicurezza elettrica.

La realizzazione dell’impianto elettrico in oggetto prevede, per sommi capi, quanto segue:

- Realizzazione del quadro QGDC – Quadro Generale Deposito cellulosa;
- Realizzazione di tutte le linee in partenza dal quadro QGDC, con tutte le rispettive vie cavi;
- Realizzazione dell’impianto elettrico di illuminazione ordinaria e di emergenza per tutto l’edificio;
- Realizzazione dell’impianto di forza motrice per tutto l’edificio;
- Realizzazione dell’impianto di videoserveglianza;

1.3.1 – Distribuzione Generale dell'Energia

L'insediamento industriale è alimentato in media tensione a 20kV , la ricezione della fornitura avviene nella cabina ENEL ai margini della proprietà.

Dalla cabina di consegna si alimenta in media tensione il quadro di di distribuzione MT e da questo la sottocabina Cartiera con i i 4 trasformatori MT/BT 20/0,4kV che alimentano i quadri di bassa tensione da dove parte la linea di alimentazione degli impianti elettrici del corpo G trattati nella presente relazione.

1.4 - DATI DI PROGETTO

Il limite di batteria del presente progetto è rappresentato:

- Dall' interruttore nel quadro PCC nella cabina di cartiera a protezione della linea di alimentazione del Quadro Generale Deposito Cellulosa.

L'impianto in oggetto è alimentato in media tensione a 20kV ; i dati di progetto dell'impianto in oggetto risultano:

- Tensione di alimentazione : 20 kV;
- Massimo impegno di potenza : 6 MW;
- Corrente di cortocircuito presunta, al limite di batteria dell'impianto: pari a 16 kA (Valore in MT);
- Modo di collegamento a terra : TN-S;
- Classificazione dell'ambiente in cui si sviluppa l'impianto : ambiente ordinario e ambiente a maggior rischio in caso di incendio.

1.4.1 - Condizioni ambientali

- altitudine : non superiore a 1000 m s.l.m.
- temperatura : min - 15 °C, max. + 40 °C
- umidità : 20 ÷ 90 %
- servizio : interno / esterno

1.5 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

1.5.1 – Generalità

Negli elaborati allegati alla presente relazione tecnica è indicata la distribuzione planimetrica delle apparecchiature degli impianti elettrici e le loro principali
caratteristiche.

1.5.2 – Cavi Elettrici

I cavi elettrici da utilizzare nell'impianto dovranno essere conformi alle norme CEI/UNEL e risulteranno delle seguenti tipologie:

- FG7OR 0.6 / 1 kV;
- N07V-K 450/750V;
- FROR 450/750V;
- FTG10(O)M1 0.6 / 1 kV;
- RG7H1M1 12/20 kV.

1.5.3 – Quadri Elettrici

I quadri elettrici dell'impianto dovranno essere realizzati in conformità delle norme tecniche vigenti che regola la costruzione ed il collaudo delle apparecchiature assiemate di comando e di protezione dei circuiti in bassa tensione.

Inoltre i quadri elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI".

1.5.3.1 – Quadro QGDC

Il quadro QGDC verrà installato nell'area Deposito Cellulosa come si evince dal layout allegato e risponderà alle seguenti specifiche tecniche:

- Involucro : armadio in lamiera di acciaio;
- Grado di protezione: IP 65;
- Corrente nominale : 63A;
- Valore corrente di cortocircuito di progetto : 6 kA (Valore in BT);
- Collettore di terra: collegato all'anello di terra di stabilimento.

•

1.6 – IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra generale sarà costituito da un dispersore di terra distribuito lungo tutto il perimetro della superficie dell'attività (anello di fabbricato), composto da un anello di corda nuda di rame che interconnette picchetti infissi nel terreno ed i ferri di armatura dei vari fabbricati. L'impianto di terra verrà connesso all'impianto di terra delle cabine, in modo da formare un unico dispersore generale.

1. 7 – SISTEMI DI PROTEZIONE

La protezione dai contatti diretti nel presente impianto sarà realizzata secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI" .

1.7.1 – Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti nel presente impianto sarà realizzata secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI".

Per le utenze che risulteranno protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori differenziali, assumeremo quale corrente di intervento del dispositivo di protezione, la corrente differenziale, pari a $I_{\Delta n}$ = 0.3 / 0.03 A.

1.9 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO

1.9.1 – Definizione degli ambienti a maggior rischio in caso di incendio

Il rischio relativo all'incendio dipende dalla probabilità che l'incendio stesso si verifichi e dalla entità del danno conseguente per persone animali e cose.

L'individuazione degli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, dipende da molteplici fattori; ai fini però della individuazione delle caratteristiche dell'impianto elettrico, tali ambienti possono essere raggruppati in tre gruppi fondamentali:

[13] Ambienti a maggior rischio di incendio per l'elevata densità di affollamento e per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali o cose;

[14] Ambienti a maggior rischio di incendio in quanto aventi strutture combustibili;

[15] Ambienti a maggior rischio di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento,

manipolazione e deposito, qualora non risultino compresi tra quelli del gruppo [1].

1.9.2 – Ambienti a maggior rischio di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione e deposito

Gli ambienti oggetto del presente paragrafo sono quelli nei quali avviene la lavorazione, il convogliamento, la manipolazione o il deposito dei materiali infiammabili o combustibili, quando la classe del compartimento antincendio è considerato pari o superiore a 30.

I materiali considerati risultano:

- Materiali, sia allo stato di fibre o di trucioli o di granulari sia allo stato di aggregati, per i quali in pratica non viene considerata una temperatura di infiammabilità;
- Materiali aventi temperatura di infiammabilità superiore a 40 °C o alla massima temperatura ambiente e non soggetti a lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito con modalità tali da consentire loro il contatto con l'aria ambiente a temperature uguali o superiori a quella di infiammabilità.

Per la valutazione della classe di un compartimento antincendio nel quale avviene la lavorazione, il convogliamento, la manipolazione o il deposito dei materiali infiammabili o combustibili, si procede come segue:

- Si valutano i quantitativi massimi di materiali combustibili o infiammabili contemporaneamente presenti durante il regolare svolgimento della attività prevista all'interno del compartimento;
- Se il compartimento considerato è collegato ad altri compartimenti antincendio per mezzo di organi di collegamento (tubazioni, nastri trasportatori, ecc.), i quali durante il regolare svolgimento delle attività provvedono al trasporto di materiali infiammabili e combustibili, in aggiunta ai quantitativi del punto precedente, devono essere considerati i quantitativi che possono essere immessi nel compartimento nel tempo **t,** decorrente tra l'inizio di un eventuale incendio e l'intercettazione degli organi di convogliamento; se il tempo t non può essere determinato altrimenti, devono essere utilizzati i seguenti valori:
    - 10 secondi, per il caso di organi di intercettazione comandati automaticamente da dispositivi rivelatori;
    - 15 minuti, per il caso di organi di intercettazione comandati a mano da un posto costantemente presidiato durante i periodi nei quali le installazioni elettriche sono in tensione;

- 90 minuti, per il caso di attività solamente sottoposte ad una generica sorveglianza;
- 8 ore, per il caso di attività non presidiate.

Ai fini del presente progetto sono da classificare come ambienti a maggior rischio in caso di incendio i seguenti locali:

- Magazzino.

1.9.3 – Prescrizioni particolari per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio

Negli ambienti classificati come a maggior rischio in caso di incendio, gli impianti elettrici devono soddisfare le seguenti prescrizioni generali:

[41] I componenti dell'impianto elettrico devono essere limitati a quelli strettamente necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare.

[42] Nel sistema di vie di uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili; i condensatori ausiliari incorporati in apparecchi non sono soggetti a questa prescrizione.

[43] Negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra controllo e protezione, fatti salvi quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo.

[44] I componenti elettrici installati in vista, a parete o a soffitto, non disciplinati da normative specifiche, devono essere di materiale resistente alle prove previste dalle normative, assumendo per la prova del filo incandescente 650 °C (anziché 550 °C).

[45] Gli apparecchi di illuminazione devono essere mantenuti ad una adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili; in particolare per i faretti ed i proiettori tale distanza deve essere :

- Fino a 100 W : 0,5 m.;
- Da 100 a 300 W: 0,8 m.;
- Da 300 a 500 W: 1 m..

Le lampade e le altre parti componenti degli apparecchi di illuminazione devono essere protette contro le prevedibili sollecitazioni meccaniche; tali mezzi di protezione non devono essere fissati sul portalampade a meno che non siano parte integrante dell'apparecchio di illuminazione.

Gli involucri di apparecchi elettrotermici, quali ad esempio riscaldatori, resistori, ecc. non devono raggiungere temperature più elevate di quelle

relative agli apparecchi di illuminazione; questi apparecchi devono essere per costruzione o per installazione realizzati in modo da impedire qualsiasi accumulo di materiale che possa influenzare negativamente la dissipazione del calore.

[46] E' vietato l'uso di conduttori PEN, fatte salve le condutture che attraversano il luogo a maggior rischio in caso di incendio.

[47] Le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e, preferibilmente, non devono essere a portata di mano; se altrimenti sono a portata di mano, devono essere poste dentro involucri o barriere che non creino intralcio al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione.

[48] I conduttori dei circuiti in corrente alternata devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo a tal fine è sufficiente che tutti i conduttori facenti parte dello stesso circuito siano raggruppati in una stessa conduttura.

[49] Le condutture, ivi comprese quelle che transitano soltanto dall'ambiente, devono essere realizzate in uno dei seguenti modi:

9.1 <u>Modo A</u>

- Condutture di qualsiasi tipo annegate in strutture non combustibili;
- Condutture realizzate mediante cavi contenuti in tubi o canali metallici o non metallici, purché non combustibili, con grado di protezione almeno IP4X; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi e dai canali stessi, purchè idonei allo scopo;
- Condutture realizzate mediante cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione, sprovvisti all'esterno di guaina non metallica;

9.2 <u>Modo B</u>

- Condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico;
- Condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione;
- Condutture realizzate mediante cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione, sprovvisti all'esterno di guaina non metallica;

9.3 Modo C

- Condutture diverse da quelle precedentemente elencate ai capoversi 9.1 Modo A e 9.2 Modo B, realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione;
- Condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari, sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canali metallici senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai canali stessi, o da un conduttore, nudo oppure isolato, contenuto in ciascuna di esse;
- Condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari, sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o involucri non metallici, chiusi e con grado di protezione almeno IP4X, realizzati in materiale resistente alle prove previste dalla normativa, assumendo per la prova del filo incandescente 850 °C (anziché 650 °C) qualora non soggetti a normativa specifica e installati in vista (non incassati);
- Binari elettrificati e condotti sbarre;

[50] Le condutture che attraversano l'ambiente ma non sono destinate alla alimentazione elettrica di utenze al suo interno, non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno dell'ambiente, a meno che le connessioni non siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco definita nella relativa norma di prodotto.

Le condutture che alimentano o attraversano l'ambiente devono essere protette contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti tra l'origine dei circuiti e l'ambiente.

Le condutture che hanno origine all'interno dell'ambiente devono essere protette contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti all'origine dei circuiti stessi.

La protezione delle condutture descritte ai capoversi 9.1 Modo A e 9.2 Modo B non richiede particolari prescrizioni.

I circuiti terminali singoli o raggruppati delle condutture descritte al capoversi 9.3 Modo C, ad esclusione dei circuiti di sicurezza, a meno che non siano racchiusi in involucri con grado di protezione almeno IP4X e con la sola eccezione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore, devono essere ulteriormente protetti in uno dei modi seguenti:

- Nei sistemi TT e TN con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale di intervento non superiore a 300 mA, anche ad intervento ritardato; quando i guasti resistivi possono innescare un incendio (ad esempio riscaldamento a soffitto con elementi a pellicola riscaldante), la corrente differenziale deve essere pari a 30 mA;
- Nei sistemi IT con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca l'apertura automatica del circuito quando si manifesta un decadimento dell'isolamento; per particolari necessità di continuità di servizio, il dispositivo può azionare un allarme ottico ed acustico anziché aprire il circuito.

[11] Le condutture descritte ai capoversi 9.2 Modo B e 9.3 Modo C la propagazione dell'incendio deve essere evitata come segue:
- Utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" (CEI 20-35) quando sono installati individualmente o sono distanziati tra loro di almeno 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso oppure sono installati in tubo o canale con grado di protezione IP4X;
- Utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" (CEI 20-22) ;
- Adottando sbarramenti, barriere tagliafiamma e/o altri provvedimenti equipollenti;

[12] Devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio; le barriere devono avere requisiti di resistenza al fuoco almeno pari a quelli richiesti per gli elementi di costruzione del solaio o parete su cui sono installate.

1.9.4 – Prescrizioni aggiuntive per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio per la presenza di materiale infiammabile

Negli ambienti classificati come a maggior rischio in caso di incendio, a causa della presenza di materiale infiammabile, gli impianti elettrici devono soddisfare le seguenti ulteriori prescrizioni particolari:

[13] tutti i componenti dell'impianto, ad eccezione delle condutture, gli apparecchi di illuminazione ed i motori, devono essere posti dentro involucri con grado di protezione almeno IP4X;

[14] i componenti elettrici devono essere ubicati o protetti in modo da non essere soggetti allo stillicidio di eventuali combustibili liquidi;

[15] quando si prevede che si possa accumulare polvere sugli involucri di componenti dell'impianto in quantità sufficiente a causare un rischio di

incendio, devono essere presi adeguati provvedimenti per impedire che questi involucri raggiungano temperature eccessive;

[16] i motori che sono comandati automaticamente o a distanza e che non sono sotto continua sorveglianza, devono essere protetti contro le temperature eccessive mediante un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi con ripristino manuale o mediante un equivalente dispositivo di protezione contro i sovraccarichi; i motori con avviamento stella triangolo, non provvisti del cambio automatico della connessione da stella a triangolo, devono essere protetti contro le temperature eccessive anche nella connessione a stella;

[17] se nell'ambiente, può esserci rischio di incendio dovuto a polvere o fibre, gli apparecchi di illuminazione devono essere costruiti in modo che, in caso di guasto, sulla loro superficie, si presenti solo una temperatura limitata e che polvere e/o fibre non possano accumularvisi in quantità pericolose;

[18] gli apparecchi di accumulo del calore devono essere del tipo che impedisca l'accensione, da parte del nucleo riscaldante, della polvere e/o delle fibre combustibili.

Le prescrizioni elencate sono da applicare generalmente a tutto l'ambiente considerato; nei casi particolari nei quali il volume del materiale combustibile sia ben definito, prevedibile e controllato, la zona entro la quale gli impianti elettrici devono soddisfare le prescrizioni sopra elencate può essere delimitata dalla distanza dal volume del materiale combustibile oltre la quale le temperature superficiali, gli archi e le scintille che possono prodursi sia nel funzionamento ordinario che in casi di guasto, non possono più innescare l'accensione del materiale combustibile stesso.

In mancanza di elementi precisi di valutazione delle caratteristiche del materiale infiammabile o combustibile e del comportamento in caso di guasto dei componenti elettrici, si devono assumere distanze non inferiori alle seguenti:

- 1,5 m. in orizzontale, in tutte le direzioni e comunque non oltre le pareti che delimitano il locale e relativa aperture provviste di serramenti;
- 1,5 m. in verticale, verso il basso e comunque non al di sotto del pavimento;
- 3 m. in verticale, verso l'alto e comunque non al di sopra del soffitto.

2 – PRESCRIZIONI GENERALI

2.1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente progetto è realizzato in conformità alle seguenti norme e disposizioni di carattere generale:

- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) per gli impianti elettrici;
- Prescrizioni e raccomandazioni della società fornitrice energia elettrica (ENEL);
- Prescrizioni e raccomandazioni del Comando provinciale dei vigili del fuoco;
- Leggi e decreti dello Stato Italiano

2.1.1 - Leggi di carattere generale

- LEGGE 1 marzo 1968, n° 186
  "*Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici*".

- D. Lgs. 9 aprile 2008 n.81
  "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

- D. Lgs. 3 agosto 2009 n.106
  "Disposizioni Integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81,in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

- DLgs 19 marzo 1996, n° 242
  "*Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n° 626*

- DPR 462/2001
  "*Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti pericolosi.*

- DM 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*".

2.1.2 – Apparecchiature e componenti per bt

Quadri e interruttori

- DPR 27 aprile 1955, n° 547 -
  - Art. 287 - quadri di distribuzione e di manovra -
  - Art. 288 - interruttore generale
  - Art. 290 - interruttori elettrici e simili
- CEI EN 60947-1/A2 – CEI 17-44 Apparecchiature a bassa tensione
- CEI EN 60947-2 CEI 17-5 Apparecchiature a bassa tensione
  Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 61439-1 prestazioni obbligatorie valide per tutti i tipi di quadro elettrico per bassa tensione;
- CEI EN 61439-2 normativa relativa ai quadri di potenza;
- CEI EN 61439-3 normativa relativa ai quadri di distribuzione finale;
- CEI EN 61439-4 normativa relativa ai quadri per cantieri;
- CEI EN 61439-5 normativa relativa ai quadri di distribuzione di potenza;
- CEI EN 61439-6 normativa relativa ai quadri per sistemi di sbarre.
- CEI EN 50274 CEI 17-82 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione - Protezione contro le scosse elettriche Protezione dal contatto diretto accidentale con parti attive pericolose
- CEI EN 60898-1 CEI 23-3/1 - CEI EN 60898-2 CEI 23-3/2 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
-

Prese a spina

- DPR 27 aprile 1955, n° 547 – Artt. 309 - 314 - macchine ed apparecchi elettrici mobili e portatili
- CEI EN 23-124;V1 Spine e prese per usi domestici e similari
- CEI EN 60309-1/A1/EC - CEI 23-12/1;EC1 - prese a spina per usi industriali Spine e prese per uso industriale Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 60309-2/A2 - CEI23-12/2;V3 Spine e prese per uso industriale Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici
- CEI EN 60309-4/A1 - CEI 23-12/4;V1 Spine e prese per uso industriale Parte 4: Prese fisse e mobili con interruttore, con e senza dispositivo d'interblocco
- CEI 23-122 - Spine e prese per usi domestici e similari
  Parte 2-3: Prescrizioni particolari per prese con interruttore senza dispositivo di interblocco per installazioni fisse
- CEI 23-123 - Spine e prese per usi domestici e similari
  Parte 2-6: Prescrizioni particolari per prese con interruttore con dispositivo di interblocco per installazioni fisse

Cassette di Giunzione

- CEI EN 60998-1 - 23-20 - Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari

Tubi e canali portacavi

- CEI EN 61537 - CEI 23-76 Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini
- CEI EN 50085-2-1/A1 – CEI 23-93;V1 Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche
- CEI EN 61386 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche

Cavi e conduttori elettrici

- CEI 20-20 - cavi isolati con polivinilclururo con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 20-21/1 - calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1, in regime permanente. (fattore di carico 100 %)
- CEI 20-24/ab - giunzioni e terminazioni per cavi di energia - fasc. 550
- CEI 20-33/ab - giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione Uo / U non superiore a 600 / 1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua
- CEI 64.8/5 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. – Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Illuminazione

- UNI EN 12464-1 Illuminazione dei luoghi di lavoro – Parte 1 Luoghi di lavoro interni

2.1.3 – Sicurezza e antinfortunistica

Sicurezza e antinfortunistica

Gli impianti elettrici sono stati realizzati rispettando le prescrizioni delle norme impiantistiche, per quanto riguarda sicurezza e antinfortunistica delle persone:

- DPR 27 aprile 1955, n° 547
- DLgs 19 marzo 1996, n° 242
- DLgs. 9 aprile 2008 n° 81

Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza - fasc. 1919

Protezione contro gli effetti termici

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione delle condutture contro le sovracorrenti di sovraccarico e Cortocircuito

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione contro le sovratensioni

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione contro le tensioni di contatto e impianto di terra

- CEI EN 61936-1 - CEI 99-2 - impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata.
- CEI EN 505221 - CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1 kV c.a.
- CEI 64.8/5 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Calcolo delle correnti di corto circuito

- CEI EN 60909-0 – CEI 11-25 Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata

Norme Connessione Utenti Attivi

- CEI 0-21 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica

2.1.4 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO MT

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

- CEI EN 505221 - CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1 kV c.a.
- CEI 0-16 – CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI EN 62271 – CEI 17-100 Apparecchiatura ad alta tensione

Norme Connessione Utenti Attivi

- CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

2.2 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

2.2.1 – Generalità

Negli schemi allegati alla presente relazione tecnica è indicata la distribuzione planimetrica delle apparecchiature degli impianti elettrici e le loro principali caratteristiche.

Nella scelta dei materiali non univocamente specificati negli elaborati, si prescrive che:

- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono essere tali da resistere alle sollecitazioni di tipo meccanico, chimico, termico o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante il loro esercizio;
- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici dovranno rispondere alle caratteristiche nominali del circuito in cui verranno installate in termini di potenza, tensione, portata di corrente e frequenza;
- tutti i materiali per l'esecuzione delle opere previste, dall'oggetto della presente relazione devono avere caratteristiche tali da rispondere totalmente alle relative norme CEI ed alle tabelle CEI – UNEL attualmente in vigore.

2.2.2 – Condutture Elettriche

Le condutture elettriche dovranno essere realizzate in modo tale da adempiere alle seguenti prescrizioni.

Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione

In base alle norme specifiche avremo:

- il colore giallo/verde per i conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali
- il colore blu chiaro per i conduttori di neutro
- i colori marrone, grigio, nero ecc. per gli altri conduttori

Sezioni minime dei conduttori di fase

Per cavi realizzati in rame, nel caso d'installazioni fisse:

- circuiti di utilizzazione luce 1,5 mmq.;
- circuiti di utilizzazione F.M. 2,5 mmq.
- circuiti di comando $S \geq 0.5$ mmq. (0.1 mmq. apparecchiature elettroniche)

Sezioni minime dei conduttori di protezione

Tra sezione del conduttore di fase S (mmq.) e sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp (mmq.) deve sussistere la seguente relazione:

- se $S \leq 16$ $\Rightarrow$ $Sp = S$
- se $16 < S \leq 35$ $\Rightarrow$ $Sp = 16$
- se $S > 35$ $\Rightarrow$ $Sp = S / 2$

2.2.2.1 – Tipologia dei Cavi

I cavi elettrici da utilizzare nell'impianto devono essere conformi alle norme CEI/UNEL indicate.

In particolare per questa tipologia di impianto sono da utilizzare cavi antifiamma del tipo:

- FG7OR 0.6 / 1 kV, CEI 20 – 13
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in gomma HEPR ad alto modulo, con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (CEI 20-11 e CEI 20-34); guaina in PVC di qualità Rz, colore grigio; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali; adatti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari; possono essere direttamente interrati.
- N07V-K 450/750V, CEI 20 - 20
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità R2;. adatti per installazione fissa e protetta su o entro apparecchi di illuminazione, all'interno di apparecchiature di interruzione e di comando, per tensioni sino a 1000 V in corrente alternata o 750 V in corrente continua;
- FROR 450/750V, CEI 20 – 14

Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità TI2; guaina in PVC di qualità TI2, colore grigio chiaro; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali; adatti per posa fissa all'interno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari.

- FG7OH2R 0.6 / 1 kV CEI 20 – 13
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso flessibile in classe 5; isolamento in gomma HEPR ad alto modulo, con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (CEI 20-11 e CEI 20-34); schermatura a treccia di capillari di rame rosso elettrolitico; guaina in PVC di qualità Rz,colore grigio; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali ed apparecchiature dove si necessita una particolare protezione da disturbi statici, magnetici; adatti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari
- FR2OH2R 450/750V, CEI 20 – 14
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità R2, colore grigio; schermatura con treccia di rame rosso; guaina in PVC di qualità RZ, colore grigio; cavo con particolari caratteristiche di protezione da interferenze elettrostatiche ed elettromagnetiche, adatti per trasmettere segnali elettrici di comando protetti da interferenze e disturbi esterni; adatti anche per l'alimentazione di valvole, attivazione di circuiti di allarme o blocco relè, e similari; adatti per posa fissa all'interno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari;
- FTG10(O)M1 0.6 / 1 kV CEI 20-45, CEI 20–37, CEI 20–36
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; barriera antifuoco in mica; isolamento con mescola elastomerica G10; riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico; guaina termoplastica speciale tipo M1; adatti 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; adatti per installazione nei luoghi nei quali in caso di incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e nelle quali si vogliano evitare danni le strutture, alle apparecchiature, ai beni comunque presenti od esposti; adatti per alimentazione di uscite di sicurezza, segnalatori di fumi o gas, scale mobili; adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.
- CAVO TELEFONICO TR/R – TR/HR , CEI 46 – 5
  Conduttore a filo unico di rame stagnato; isolamento in PVC; schermatura con nastro di alluminio accoppiato (solo per versione TR/HR); guaina In PVC, colore grigio; per le loro caratteristiche di elevata autoestinguenza e

ridotta corrosività, sono adatti per impianti di distribuzione all'interno di edifici civili o industriali.

- CAVO DATI UTP 6 , IEC 61156 - EN 50288-6 ,IEC 11801 2nd Ed. - EN 50173 2nd Ed.,EIA/TIA 568 B.2.1
  Cavo realizzato con 4 coppie di conduttori 23 AWG in rame rosso monofilare, con isolamento in polietilene; conduttori delle coppie incollati, con separatore centrale a crociera flessibile; guaina: in PVC oppure in halogen free, colore grigio o blu; adatto per cablaggio strutturato cat.6.
- CAVO DATI FTP 6 , IEC 61156 - EN 50288-6 ,IEC 11801 2nd Ed. - EN 50173 2nd Ed.,EIA/TIA 568 B.2.1
  Cavo realizzato con 4 coppie di conduttori 23 AWG in rame rosso monofilare, isolati in polietilene, con separatore centrale flessibile; schermatura con foglio alluminio/poliestere con piega di corto circuito, filo di continuità 26 AWG in rame stagnato; guaina in PVC oppure in halogen free, colore grigio o blu; adatto per cablaggio strutturato cat.6.
- CAVO TV
  Conduttore a filo unico di rame rosso ricotto o stagnato; isolamento In polietilene espanso; schermatura con combinazione di nastri accoppiati alluminio/poliestere con treccia di rame rosso o stagnato; guaina in PVC di qualita Rz; adatti per la trasmissione di segnali televisivi negli impianti di discesa d'antenna personali e centralizzati, per ricezione TV terrestre o via satellite
- CAVO IMPIANTI ALLARME
  Conduttore in rame rosso flessibile in classe 5, isolamento in mescola di PVC tipo R2 antifiamma a norme CEI 20-22 II,CEI 20-37/1;conduttori cordati
  tra loro;schermatura globale a nastro di alluminio/poliestere con conduttore di continuità in rame rosso guaina in mescola di PVC di tipo Rz antifiamma a norme CEI 20-22 II, CEI 20-37/1 di colore blu; Cavo schermato per impianti di allarme, antifurto ed antincendio.

2.2.3 – Quadri Elettrici

I quadri dovranno essere realizzati in conformità delle norme CEI 17-13(EN 60 439-1) che regola la costruzione ed il collaudo delle apparecchiature assiemate di comando e di protezione dei circuiti in bassa tensione (AS e ANS).

Se richiesto, saranno dotati di strumenti di misura da incasso e/o di spie luminose.

Tutte le linee dei circuiti in partenza dai quadri saranno protette da interruttori automatici muniti di relè magnetici per i corto circuiti e relè termici per i sovraccarichi, debitamente dimensionati, i primi in funzione delle correnti di cortocircuito che possono presentarsi sulla linea da proteggere, i secondi in funzione della corrente massima ammissibile (come da normativa CEI) per la linea da proteggere.

A protezione contro i contatti indiretti e in coordinamento con l'impianto di messa a terra, le linee in partenza dai quadri di distribuzione saranno protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori a relè differenziale.

In generale le apparecchiature saranno del tipo modulare ed avranno le connessioni accessibili per il montaggio e la manutenzio ne con la rimozione dei pannelli anteriori, fissati con viti o mobili su cerniere.

I quadri saranno dotati di adeguati interruttori di riserva, nonché di spazio sufficiente per aggiunte di ulteriori interruttori; il margine di spazio libero dovrà essere non inferiore al 30%.

All'interno, i quadri dovranno essere dotati di pannelli frontali incernierati con chiusura a mezzo viti, opportunamente finestrati per l'azionamento delle apparecchiature; queste ultime dovranno essere dotate di targhette pantografate per l'identificazione delle utenze.

Se prescritto, i quadri dovranno essere dotati anche di pannelli di segregazione interna per la separazione tra i vari sistemi dell'impianto.

La distribuzione interna per i quadri sarà realizzata tramite barre collettrici opportunamente identificate e le derivazioni da dette barre dovranno essere realizzate tramite conduttori antifiamma N07V/K in canaline in P.V.C. autoestinguente, complete di setti divisori ove necessario oppure tramite le apposite barre di derivazione fornite dai costruttori.

Le sezioni dei conduttori di cablaggio impiegati dovranno essere correlate con le tarature dei relativi interruttori.

Ogni connessione sarà eseguita con capicorda terminali e viti.

Dovranno essere eseguiti tutti i necessari contrassegni d'identificazione dei conduttori e dei morsetti.

I collegamenti tra gli interruttori delle varie sezioni dovranno essere realizzati con pettini di distribuzione di opportuna portata.

I cablaggi interni dovranno essere realizzati in modo da rendere minimo il numero degli incroci tra conduttori e dei ponticelli tra interruttore ed interruttore.

I quadri, le apparecchiature e le connessioni saranno dimensionate per reggere le sollecitazioni elettrodinamiche di corto circuito prevedibili in base alla struttura dell'impianto.

Gli involucri dei quadri dovranno essere in grado di dissipare una potenza non inferiore a quella totale dissipata dai dispositivi interni, al fine di mantenere la temperatura nel range che garantisce l'idoneo funzionamento dei dispositivi stessi.

Il calcolo della potenza totale dissipata dai dispositivi interne sarà effettuato sommando le potenze dissipate da ogni singolo dispositivo, così determinabili:

- per i dispositivi di manovra e comando, la potenza dissipata dal dispositivo si determina moltiplicando la potenza dissipata da ciascun polo (indicata dal costruttore), per il numero dei poli, per il fattore di contemporaneità K (calcolato come il rapporto tra la corrente di impiego dell'utenza $\mathbf{I_b}$ e la corrente nominale del dispositivo $\mathbf{I_n}$)
- per i dispositivi ausiliari (lampade, trasformatori, ecc.) il costruttore indica direttamente la potenza dissipata.

La potenza dissipata dall'involucro può essere determinata in base alle indicazioni del costruttore, il quale ne fornisce direttamente il valore oppure fornisce la metodologia di calcolo della stessa.

Ciascun quadro sarà dotato di un proprio collettore di terra da collegare con l'impianto di terra esistente e dal quale si deriveranno tutti i conduttori di protezione in partenza delle linee di distribuzione ed ogni quant'altro non garantisca una perfetta continuità elettrica.

Per ogni quadro, infine, sarà predisposto uno schema unifilare formato UNI con l'indicazione di tutte le caratteristiche delle apparecchiature, la taratura dei relè e dei fusibili, i riferimenti alle morsettiere numerate ed ogni altra indicazione per rendere facile e chiaro il controllo delle connessioni e l'eventuale sostituzione di qualsivoglia apparecchiatura; ogni quadro dovrà avere una tasca per il contenimento dello schema elettrico; tale tasca sarà situata sulla faccia interna dello sportello.

Il posizionamento dei quadri e la loro composizione risultano dai relativi elaborati di progetto.

2.2.4 – Canalizzazioni

Le modalità di posa delle condutture devono essere in accordo con la tabella 52A della Norma CEI 64-8/5 che tiene conto delle caratteristiche dei cavi utilizzati.

Le vie cavi sotto traccia in muratura, saranno da realizzare mediante tubo realizzato in PVC spiralato, autoestinguente secondo la norma CEI 23-14, con grado di protezione IP 65 e raccordi di tipo Universale, temperatura d'esercizio da –10° C a + 70° C.

I canali portacavi da posare tipo battiscopa sono da realizzare in materiale, autoestinguente secondo la norma CEI 23-19. Grado di protezione IP 40 con raccordi di tipo Universale, temperatura d'esercizio da –10° C a + 60° C

Le vie cavi esterne saranno da realizzare in passerella metallica in lamiera di acciaio zincato a caldo tipo sendzimir oppure in tubo rigido di acciaio zincato tipo taz, con derivazione finale verso l'utenza da realizzare in tubo rigido di acciaio zincato tipo taz, o in guaina PVC liscio autoestinguente o in guaina spiralata metallica, completa dei necessari raccordi.

Le vie cavi interrate saranno da realizzare mediante tubo in PVC rigido serie pesante.

Medesime canalizzazioni non conterranno mai cavi ad utilizzazione diversa.

La sezione interna ($\mathbf{S_{int}}$) delle canalizzazioni ed il diametro interno delle tubazioni ($\mathbf{D_{int}}$) saranno determinate rispettivamente dalle relazioni:

- **Sint > 1,5 • Dc;**
- $\mathbf{D_{int} > 1,3 \cdot D_c}$;

essendo $\mathbf{D_c}$ il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuti nelle canalizzazioni medesime; in ogni caso il diametro minimo ammesso sarà di 16 mm.

Le canalizzazioni avranno percorsi unicamente orizzontali e verticali.

Nei punti di derivazione o di cambiamento di sezione saranno impiegati dei raccordi ortogonali o dei giunti adeguati in modo che sia garantito il facile inserimento dei cavi da alloggiare.

Le modalità di posa delle condutture devono essere in accordo con la tabella 52A della Norma CEI 64-8/5 che tiene conto delle caratteristiche dei cavi utilizzati.

2.2.5 – Giunzioni

Le connessioni tra i conduttori e tra i conduttori e gli altri elementi devono assicurare una continuità elettrica e prestare un'adeguata resistenza meccanica. Le connessioni devono essere situate in involucri che forniscano una protezione meccanica adeguata e devono essere accessibili per l'ispezione, le prove e la manutenzione.

Le connessioni devono essere realizzate mediante mezzi di connessione destinati a questo scopo, i quali devono essere scelti in modo tale da assicurare che le stesse connessioni possano sopportare le sollecitazioni provocate dalle correnti ammissibili nelle condutture in servizio ordinario e dalle correnti di cortocircuito determinate sulla base delle caratteristiche dei dispositivi di protezione.

I vari cavi e cordette saranno collocati in opera e saranno congiunti per le sezioni maggiori di 6 mmq. mediante morsetti fissi, mentre per sezioni fino a 6

mmq.. con morsetti a cappuccio; le giunzioni saranno ammesse solo entro a cassette di derivazione.

Le giunzioni, le derivazioni, i terminali dei cavi e cavetti unipolari o multipolari saranno eseguite in conformità delle norme CEI.

2.2.6 – Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione in esecuzione da incasso saranno in P.V.C. con grado di protezione non inferiore a IP40; in esecuzione da esterno saranno in lamiera pressofusa o in resina rinforzata, entrambe comunque con grado di protezione IP55.

Il coperchio sarà fissato mediante viti di ottone cromato o acciaio cadmiato da avvitarsi sulle madreviti poste sulle cassette; sarà esclusa la chiusura a pressione del coperchio sulla cassetta stessa.

Le cassette saranno corredate di morsetti a cappuccio; morsetti e cavi saranno contraddistinti per una esatta identificazione.

Le cassette saranno collocate in opera senza coperchio, ma con l'otturazione protettiva delle madreviti durante l'esecuzione dei lavori murari.

La dimensione minima interna ammessa per le cassette di derivazione è di 60 mm. di diametro oppure di 65 mm. di lato.

Nel caso di installazione di cassette di derivazione all'interno dei pozzetti, saranno da utilizzare cassette di derivazione con riempimento in resina, con grado di protezione IP67; in alternativa, all'interno della cassetta dovrà essere realizzata una colata di paraffina a sigillo della giunzione, al fine di raggiungere il grado di protezione IP67.

2.3 – IMPIANTO DI TERRA

Le caratteristiche dell'impianto di terra devono soddisfare le prescrizioni di sicurezza e funzionali dell'impianto elettrico.

Esso è composto da un dispersore di terra collegato al collettore principale di terra, posizionato generalmente nel quadro principale di distribuzione;dal collettore partono i conduttori di protezione verso tutte le utenze, le masse e le masse estranee.

2.3.1 – Collettori (o nodi) principali di terra

In ogni impianto deve essere usato un morsetto od una sbarra per costituire un collettore principale di terra al quale si devono collegare i conduttori di terra, i conduttori di protezione e i conduttori equipotenziali.

Il collettore principale di terra verrà realizzato mediante apposito morsetto per collegamenti equipotenziali realizzato in ottone nichelato, con vite di serraggio a frizione in acciaio zincato in modo tale da soddisfare le prescrizioni della norma.

2.3.2 – Dispersore di terra

Il dispersore di terra è un corpo metallico o complesso di corpi metallici, posto in contatto elettrico con il terreno ed utilizzato intenzionalmente o di fatto per disperdere le correnti elettriche.

Il dispersore intenzionale è un corpo metallico installato unicamente per lo scopi inerenti la messa a terra di impianti elettrici; il dispersore di fatto è un corpo metallico in contatto diretto con il terreno o tramite calcestruzzo, la cui installazione viene effettuata per scopi diversi dalla messa a terra di impianti elettrici (ad esempio ferri di armatura).

I dispersori intenzionali possono essere realizzati mediante:

- dispersori a picchetto o a piastra, destinati all'infissione nel terreno;
- dispersori ad anello, costituiti da conduttori nudi (corde o nastri), interrati ad almeno 50 cm. di profondità), normalmente disposti seguendo il perimetro del fabbricato;
- dispersori a maglia, derivati dai dispersori ad anello prevedendo collegamenti tra diversi punti dell'anello.

Sia i dispersori ad anello che i dispersori a maglia, possono essere integrati con elementi infissi verticalmente (picchetti).

2.3.3 – Conduttori di terra

I conduttori di terra sono i conduttori di protezione che collegano il dispersore di terra ai collettori principali di terra; saranno realizzati in cavo tipo N07V-K di colore giallo / verde.

Il collegamento dei conduttori di terra al dispersore deve essere assicurato mediante apposito morsetto capocorda a quattro bulloni realizzato in ottone nichelato, adatto per dispersori a croce.

La sezione dei conduttori di terra dovrà verificare la relazione (4) per la protezione contro le correnti di cortocircuito (cfr. par. 9.2 protezione contro le correnti di cortocircuito): in ogni caso la sezione minima ammessa per i conduttori

di terra sarà di 16 mmq.

2.3.4 – Conduttori di protezione

I conduttori di protezione sono i conduttori che realizzano i collegamenti prescritti per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti (dispersore – nodo principale di terra – masse – masse estranee).

La sezione dei conduttori di protezione dovrà verificare la relazione (4) per la protezione contro le correnti di cortocircuito (cfr. par. 2.4.2 protezione contro le correnti di cortocircuito)

La minima sezione ammissibile dei conduttori di protezione sarà dunque determinata con la formula inversa della (4), ovvero:

$$S = \frac{\left[I \times \sqrt{t}\right]}{K} \qquad (9)$$

dove:

- I è uguale alla corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile;
- t è uguale al tempo di intervento del dispositivo di protezione
- K coefficiente che, per i conduttori in rame, vale:
  - 115 se isolati in PVC
  - 135 se isolati in gomma ordinaria o gomma butilica
  - 143 se isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato

Ottemperando però a quanto già visto nel paragrafo 6.2, in merito alla sezione minima utilizzabile, la sezione dei conduttori di protezione può essere scelta con i criteri indicati in tale paragrafo; non è necessario quindi eseguire la verifica della precedente relazione (9).

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a 2,5 mm^2 se è prevista una protezione meccanica o inferiore a 4 mm^2 se non è prevista una protezione meccanica.

I conduttori di protezione sono realizzati mediante cavo tipo N07V – K di colore giallo / verde.

2.3.5 – Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali sono quei conduttori di protezione che mettono diverse masse e masse estranee al medesimo potenziale. I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm^2.

2.4 – SISTEMI DI PROTEZIONE

2.4.1 – Protezione dai contatti diretti

La protezione dai contatti diretti nel presente impianto sarà ottenuta mediante l'isolamento delle parti attive. Le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione. L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare le relative norme. (CEI 64-8/4 art. 412.1).

2.4.2 – Protezione combinata dai contatti diretti ed indiretti

La protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti è assicurata quando:

- la tensione nominale non supera 50 V, valore efficace in c.a., e 120 V in c.c.non ondulata;
- l'alimentazione proviene da una delle sorgenti previste dalla norma,quali :
  - Un trasformatore di sicurezza rispondente alle prescrizioni di sicurezza della Norma CEI 96-2, o una sorgente con un grado di sicurezza equivalente;
  - Una sorgente elettrochimica indipendente o separata con una protezione da circuiti FELV o da circuiti a tensione più elevata;
  - Una sorgente qualsiasi comunque indipendente da circuiti FELV o da circuiti a tensione più elevata;
  - Dispositivi elettronici conformi alle normative appropriate, per i quali siano stati adottati provvedimenti tali da assicurare che, anche in caso di guasto interno, la tensione ai morsetti di uscita non possa superare i valori sopra indicati;
- sono soddisfatte le prescrizioni per i circuiti SELV, oppure le prescrizioni per i circuiti PELV.

2.4.2.1 – Prescrizioni Comuni per i circuiti SELV e PELV

Condizioni di installazione dei circuiti

La parti attive dei circuiti SELV e PELV devono essere separate le une dalle altre, ed inoltre entrambe devono essere separate sia dai circuiti FELV che da circuiti a tensione più elevata mediante separazione di protezione.

La separazione di protezione deve essere realizzata in uno dei seguenti modi:

- mediante conduttori separati materialmente;
- con i conduttori dei circuiti SELV e PELV muniti, oltre che del loro isolamento principale, di una guaina isolante;
- con i conduttori dei circuiti a tensione diversa separati da uno schermo o da una guaina metallici messi a terra;

Circuiti a tensione diversa possono essere contenuti in uno stesso cavo multipolare o in uno stesso raggruppamento di cavi, a condizione che i conduttori dei circuiti SELV e PELV siano isolati, nell'insieme od individualmente, per la massima tensione presente.

Prese a Spina

Le prese a spina dei sistemi SELV e PELV devono soddisfare i seguenti requisiti:

- le spine non devono poter entrare nelle prese di altri sistemi elettrici, sistema FELV incluso;
- le prese non devono permettere l'introduzione di spine di altri sistemi elettrici;
- le prese e le spine dei circuiti SELV non devono avere un contatto per il collegamento del conduttore di protezione;
- le spine dei circuiti SELV non devono poter entrare nelle prese dei circuiti PELV;
- le spine dei circuiti PELV non devono poter entrare nelle prese dei circuiti SELV.

2.4.2.2 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti SELV

Le parti attive dei circuiti SELV non devono essere collegate a terra e neppure a parti attive od a conduttori di protezione che facciano parte di altri circuiti.

Le masse non devono essere intenzionalmente collegate:

- a terra;
- a conduttori di protezione od a masse di altri circuiti elettrici;
- a masse estranee, con la sola eccezione che il collegamento sia richiesto dalla natura dei componenti dell'impianto e purché tali masse estranee non

possano assumere tensioni superiori ai limiti della tensione nominale specificata in precedenza..

Se la tensione nominale supera 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V, in c.c. non ondulata, la protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata da:

- barriere od involucri aventi un grado di protezione non inferiore a IP 2X o IPXXB,

oppure

- un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

Se la tensione nominale non supera 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V, in c.c. non ondulata, la protezione contro i contatti diretti è generalmente assicurata, anche se può essere necessaria in caso di ambienti ed applicazioni particolari a causa di possibili influenze esterne.

2.4.2.3 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti PELV

Nel caso in cui i circuiti siano collegati a terra e non venga espressamente richiesto dalla normativa l'utilizzo dei circuiti SELV, possono essere utilizzati i circuiti PELV.

La protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata da:

- barriere od involucri aventi un grado di protezione non inferiore a IP 2X o IPXXB;

oppure

- un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

In tal caso, la protezione contro i contatti diretti, risulta assicurata se il componente elettrico si trova all'interno di un edificio dove sia stato effettuato il collegamento equipotenziale principale e la tensione nominale non superi:

- 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V in c.c. non ondulata, se il componente elettrico è usualmente utilizzato solo in luoghi asciutti e non si prevedono contatti estesi di parti attive con il corpo umano;
- 6 V, valore efficace in c.a., oppure 15 V in c.c. non ondulata, in tutti gli altri casi.

2.4.2.4 – Circuiti FELV

I circuiti FELV possono essere usati, per assicurare la protezione contro i contatti diretti e indiretti, quando, per ragioni funzionali, si utilizza una tensione

inferiore a 50 V, valore efficace in c.a., od a 120 V in c.c. non ondulata, ma non vengono soddisfatte tutte le prescrizioni relative ai sistemi SELV e PELV, purchè gli stessi sistemi SELV o PELV non siano normativamente necessari.

Nei circuiti FELV la protezione contro i contatti diretti deve essere fornita da:

- barriere o involucri aventi un grado di protezione rispondente alla normativa;

oppure

- un isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario, o un isolamento rinforzato in grado di sopportare una tensione di prova di 1500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

Nei circuiti FELV la protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata:

- in un sistema dove sia applicata la misura di protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione e che alimenti il circuito FELV, collegando le masse del circuito FELV al conduttore di protezione del sistema primario;
- in un sistema dove sia applicata la misura di protezione mediante separazione elettrica, collegando le masse del circuito FELV al conduttore equipotenziale isolato non connesso a terra.

Le prese a spina per i circuiti FELV devono soddisfare i seguenti requisiti:

- le spine non possano essere inserite in prese alimentate con altri sistemi di tensione;
- nelle prese non possano essere inserite spine di altri sistemi di tensione.

2.4.3 – Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti è assicurata dalla interruzione automatica della alimentazione, come richiesto dalla normativa, quando, in caso di guasto, si possono avere effetti fisiologici dannosi in una persona a causa del valore e della durata della tensione di contatto.

L'impianto utilizza un modo di collegamento a terra TN-S, per cui tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione, devono essere collegate tutte allo stesso impianto di terra. Sulla base della pubblicazione IEC 479, la quale definisce i criteri con cui valutare la capacità che hanno le persone di sopportare la corrente senza che si manifestino effetti fisiologici pericolosi, sono stati determinati dei metodi convenzionali che permettono di valutare i tempi di intervento dei dispositivi di protezione, nei sistemi TN, in funzione della tensione nominale (vedi tabella 41A).

Tab. 41A **Tempi massimi di interruzione per sistemi TN**

U_0(V)	Tempo di interruzione (s)

120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Secondo le prescrizioni normative, le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si verifica un guasto di impedenza trascurabile in una qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione, oppure tra un conduttore di fase ed una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la condizione:

$$Z_S \cdot I_a \leq U_0 \qquad (1)$$

dove:

- Z_S è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente
- I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la I_a è la corrente differenziale $I_{\Delta n}$.
- U_0 tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase – terra) in Volt

La verifica della protezione dai contatti indiretti comporta, dunque, il soddisfacimento della condizione (1) con il valore di corrente determinato sulle curve di intervento tempo-corrente dei vari dispositivi di protezione, in corrispondenza del tempo individuato sulla tabella 41A della norma 64-8/4, conseguentemente al valore della tensione nominale tra fase e terra.

Per quelle partenze di alimentazione per le utenze che risultano protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori differenziali assumeremo quale corrente di intervento del dispositivo di protezione, la corrente differenziale; nel caso di dispositivi regolabili, in via cautelativa ai fini della sicurezza, assumeremo il massimo valore di taratura del dispositivo stesso.

La verifica verrà condotta in termini di lunghezza, ovvero determinando dalla relazione (1), con la formula inversa, l'impedenza dell'anello di guasto limite che soddisfa tutte le condizioni; da tale impedenza di anello di guasto limite, essendo ovviamente note le resistenza e la reattanza unitaria del cavo nonché la sua sezione, si ricava la lunghezza limite del cavo al di sotto della quale la condizione (1) risulta soddisfatta; per verificare la relazione (1) risulta quindi sufficiente

verificare che la lunghezza del cavo in esame sia inferiore o uguale alla suddetta lunghezza limite calcolata.

Ricapitolando, la metodologia da seguire risulta pertanto la seguente:

- dalla tabella 41A della norma 64-8/4 si ricava in funzione della tensione nominale fase terra (tensione stellata) il tempo limite di intervento delle protezioni;
- sulle curve tempo-corrente dei dispositivi di protezione si ricava il valore di corrente che provoca l'intervento del dispositivo entro il tempo limite fissato al punto precedente; nel caso di dispositivi differenziali, tale valore diviene proprio il valore di corrente differenziale (se regolabili, massima corrente di taratura);
- dalla relazione inversa della (1) si ricava il valore massimo della impedenza di guasto ammissibile in considerazione dei valori di tensione e di corrente determinati;
- ricordando che il valore dell'impedenza di guasto è dato dalla serie della impedenza equivalente della sorgente di alimentazione (valore noto), della impedenza del conduttore di fase (dalla sorgente al punto di guasto) e della impedenza del conduttore di protezione (dal punto di guasto alla sorgente) ed osservando che di queste ultime due sono note le sezioni e quindi i parametri unitari, mentre l'unico parametro variabile risulta la lunghezza, si ricava la lunghezza del cavo corrispondente alla impedenza dell'anello di guasto calcolata: tale lunghezza del cavo risulta pertanto la massima lunghezza ammissibile rimanendo verificata la condizione (1);
- si verifica che la lunghezza del cavo di alimentazione della utenza sia inferiore od al limite uguale al valore di lunghezza precedentemente calcolato.

2.4.3.1 – Protezione dai contatti indiretti sotto UPS

La protezione dai contatti indiretti è assicurata da un interruttore differenziale nel funzionamento da rete e da generatore.

Quando il sistema funziona in isola con le batterie dell'UPS, non si applica la protezione dai contatti indiretti per separazione elettrica, perché il trasformatore dell'UPS non è in genere di isolamento e comunque le masse sono collegate a terra; questo collegamento a terra è necessario per fronteggiare il guasto a terra nell'alimentazione di rete.

Il sistema elettrico a valle del trasformatore è isolato da terra, e nel funzionamento in isola costituisce un piccolo sistema IT.

In questo contesto la corrente di primo guasto a terra è di natura capacitiva e data la limitata estensione del circuito è dell'ordine di pochi milliampere, quindi non introduce tensioni pericolose; un secondo guasto a terra costituisce per l'UPS un cortocircuito che provoca entro pochi secondi il distacco dell'inverter.

In considerazione della limitata estensione dei circuiti alimentati dall'UPS, tenuto conto del breve tempo per il quale l'UPS può funzionare in isola (di solito il tempo di avviare il generatore, se presente, e comunque inferiore alla due ore) e quindi della piccola probabilità che si verifichi un primo guasto a terra, risulta accettabile la non installazione di un dispositivo di segnalazione di primo guasto a terra.

2.5– PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI

2.5.1 – Protezione contro le correnti di sovraccarico

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito, prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circondante le condutture. Le caratteristiche di funzionamento di tali dispositivi devono rispondere alle seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad (2)$$
$$I_f \leq 1.45 \cdot I_z \qquad (3)$$

dove:

- I_b corrente di impiego del circuito
- I_z portata in regime permanente della conduttura. Per la determinazioni di tali portate si fa riferimento alla tabella CEI UNEL 35024-70. Inoltre si dovrà tener conto di un coefficiente K_{tot} che tiene conto dell'influenza delle differenti condizioni di installazione. La portata effettiva sarà data dal prodotto del valore indicato dalla tabella per K_{tot}, che si ottiene a sua volta moltiplicando i fattori correttivi K_1, K_2, dedotti dalle tabelle T1, T2, T3 e T4:
    - K_1 è il fattore di correzione da applicare se la temperatura ambiente è diversa da 30 °C (tab. T1)
    - K_2 è il fattore di correzione per i cavi installati in fascio o in strato (tab. T2) o per i cavi installati in strato su più supporti secondo le modalità

di posa CEI 64-8 (tab. T3 per cavi multipolari, tab. T4 per cavi unipolari)

- I_n corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_f corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite; secondo la norma CEI 23– 3 (EN 60947-2) si hanno:

❖ int.magnetotermici	curva B, C,D;Z	$\Rightarrow$	$I_f = 1.3\ I_n$
❖ fusibili	$In \leq 4$	$\Rightarrow$	$If = 2.1\ In$
	$4 < In < 16$	$\Rightarrow$	$If = 1.9\ In$
	$In \geq 16$	$\Rightarrow$	$If = 1.6\ In$

2.5.2 – Protezione contro le correnti di cortocircuito

Devono essere 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.

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti deve rispondere alle due seguenti 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 porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile;deve quindi essere soddisfatta:

$$(I^2t) \leq K^2S^2 \quad (4)$$

  dove:
  - ❖ t durata in secondi
  - ❖ S sezione in mmq.
  - ❖ I corrente effettiva di cortocircuito in A, espressa in valore efficace
  - ❖ K coefficiente che per i conduttori in rame vale:
    - 115 se isolati in PVC
    - 135 se isolati in gomma ordinaria o gomma butilica
    - 143 se isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato
- il potere di interruzione (P_{di}) non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta (I_{cc}) nel punto di installazione (è ammesso il coordinamento)

$$P_{di} \geqslant I_{cc} \quad (5)$$

La relazione (4) suddetta, deve essere verificata per ogni tipo di cortocircuito, tenendo conto della corrente minima e della corrente massima di cortocircuito, possibili in un circuito.

2.5.2.1 - Verifica alle correnti massime di cortocircuito

La massima corrente di cortocircuito presunta, si manifesta generalmente ai morsetti del dispositivo di protezione nel caso di guasto franco tra le fasi.

Verifichiamo la relazione (4) con il valore di I^2t calcolato al potere d'interruzione dell'interruttore stesso; tale assunzione è cautelativa ai fini della sicurezza, in quanto, da un lato, il valore massimo della corrente di cortocircuito è non superiore al potere di interruzione dell'interruttore e, dall'altro, dall'andamento della curva I^2t/I_{cc} risulta come la massima energia passante si ottenga in corrispondenza del massimo valore della corrente di cortocircuito; in definitiva il valore di energia passante in corrispondenza del valore del potere di interruzione dell'interruttore risulta il massimo possibile.

Il valore dell'I^2t è ricavato dalle curve caratteristiche di limitazione dell'energia specifica passante, per ciascuno dei dispositivi utilizzati; il tipo di dispositivi installati è descritto negli schemi unifilari.

Per i fusibili, questa verifica risulta superflua in quanto, una volta eseguita la verifica alla minima corrente di cortocircuito con le modalità riportate al paragrafo successivo, quest'ultima garantisce anche il soddisfacimento della verifica alle correnti massime di cortocircuito. Infatti, esaminando l'andamento delle curve caratteristiche I^2t/I_{cc} dei fusibili, si rileva come all'aumentare della corrente di cortocircuito (I_{cc}), diminuisca l'energia passante del dispositivo (I^2t); appare allora chiaro come il soddisfacimento della relazione (4) per la minima corrente di cortocircuito garantisca automaticamente il soddisfacimento della stessa relazione per la massima corrente di cortocircuito.

Per il calcolo dell'energia ammissibile del cavo K^2S^2 ricordiamo che, per i cavi in rame e isolati in PVC si ha K = 115, mentre per i cavi in rame e isolati in gomma etilpropilenica si ha K = 143.

2.5.2.2 – Verifica alle correnti minime di cortocircuito

Come corrente di cortocircuito minima, si considera quella corrispondente ad un cortocircuito che si produca tra fase e neutro, nel punto più lontano della conduttura protetta. Dato il differente comportamento dei dispositivi di protezione nei confronti del cortocircuito, il quale comporta un diverso andamento dell'energia

passante al variare della corrente, è opportuno distinguere i dispositivi magnetotermici dai fusibili

Esaminiamo dapprima i dispositivi magnetotermici.

La determinazione della minima corrente di cortocircuito presunta, può essere effettuata con la formula riportata di seguito, ammettendo le seguenti ipotesi:

- un aumento del 50 % della resistenza del circuito rispetto al valore a 20 °C, dovuto al riscaldamento dei conduttori causato dalla corrente di cortocircuito
- una riduzione all'80 % della tensione di alimentazione, per effetto della corrente di cortocircuito, rispetto alla tensione nominale di alimentazione.

Si ha quindi la condizione (6) :

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U}{1.5 \cdot \rho \frac{2 \cdot L}{S}}$$

dove:

- I_{cc} corrente di cortocircuito presunta (A)
- U tensione fase-neutro di alimentazione (V)
- ρ resistività del rame a 20 °C $\Rightarrow$ $\rho_{CU\ 20°}$ = 0.018 ($\Omega \cdot mm^2/m$)
- L lunghezza della conduttura protetta (m)
- S sezione del conduttore (mm^2)

Per condurre la verifica della relazione (4) nel caso della minima corrente di cortocircuito, assumiamo quale minima corrente di cortocircuito presunta il minimo valore della corrente di intervento magnetico; in altri termini, assumiamo che il valore della minima corrente di cortocircuito ricada all'interno della zona di sicuro intervento magnetico dell'interruttore. Questa assunzione, ci permette di condurre una verifica semplificata in termini di lunghezza.

Infatti, dall'andamento della curva I^2t/I_{cc}, si evince come, all'interno della zona di sicuro intervento magnetico dell'interruttore, la massima energia passante si ottenga in corrispondenza del massimo valore della corrente di cortocircuito; pertanto, la relazione (4), già verificata con successo per la massima corrente di cortocircuito, rimane soddisfatta anche per la minima corrente di cortocircuito, per la quale avremo un valore di energia passante inferiore al massimo, in conseguenza di quanto appena detto.

Utilizzando allora la relazione (6) con il suddetto minimo valore della corrente d'intervento magnetico dell'interruttore, possiamo calcolare, tramite la relativa formula inversa, la lunghezza massima protetta dal cortocircuito da ciascuno dei dispositivi, essendo nota la sezione della conduttura da proteggere.

La minima corrente di sicuro intervento magnetico è data dalla seguente

tabella, salvo diversa indicazione dei costruttori, i quali forniscono direttamente il valore della minima corrente di intervento magnetico.

I_m = corrente minima di sicuro intervento magnetico

Dispositivo di protezione	Curva	I_m
Magnetotermico	B	5 x I_n
Magnetotermico	C	10 x I_n
Magnetotermico	D	20 x I_n
Magnetotermico	K	14 x I_n
Magnetotermico	Z	3,6 x I_n
Salvamotore	FISSA	12 ÷ 16 x I_n

La verifica della relazione (4), per le minime correnti di cortocircuito, può essere così ricondotta semplicemente ad una verifica in termini di lunghezza; si ha pertanto la condizione:

$$L_{linea} < L_{max} \qquad (7)$$

dove:

- L_{linea} lunghezza della linea (m)
- L_{max} lunghezza massima protetta dal cortocircuito (m), calcolata tramite la (6)

La verifica della (7) comporta dunque, che la lunghezza della linea in esame risulti inferiore al valore della massima lunghezza protetta; di conseguenza la minima corrente di cortocircuito possibile, avrà una intensità maggiore del valore minimo che garantisce l'intervento magnetico del dispositivo di protezione e, contemporaneamente, avrà una intensità minore della corrente massima di cortocircuito, portando come conseguenza che la relazione (4) risulta verificata, anche per quanto riguarda le correnti minime di cortocircuito.

Nel caso in cui la verifica della relazione (7) non dia esito positivo, verificheremo direttamente la relazione (4), calcolando tramite la (6) la minima corrente di cortocircuito; con il valore determinato, si ricava, sulla curva I^2t/I_{cc} dell'interruttore, il valore dell'energia passante per condurre la verifica.

Per quanto riguarda i fusibili, abbiamo già anticipato come il valore massimo dell'energia passante si ha per il minimo valore della corrente di cortocircuito (cfr. par.9.2).

Verifichiamo allora la relazione (4), calcolando dapprima il suddetto valore minimo della corrente di cortocircuito e confrontando, quindi, il valore dell'energia ammissibile del cavo K^2S^2 con il valore dell'energia passante I^2t ricavato dalle curve

caratteristiche I^2t/I_{cc} di ciascun fusibile in corrispondenza della minima corrente di cortocircuito calcolata

2.5.2.3 - Verifica del potere di interruzione

Il potere di interruzione dei dispositivi di protezione dovrà essere superiore alle correnti di cortocircuito presunte nel punto di installazione dei dispositivi stessi (condizione (5)).

Pertanto gli interruttori da installare in ciascuno dei quadri dell'impianto, dovranno avere un potere di interruzione superiore al valore della corrente di cortocircuito presunta sul quadro di appartenenza.

Sarà possibile utilizzare interruttori con potere di interruzione inferiore ai valori della corrente presunta di cortocircuito, nel caso in cui si verifichino le due condizioni:

- tali interruttori sono a valle di interruttori con potere di interruzione adeguato;
- gli interruttori a monte esercitano una protezione di sostegno tale da "rinforzare" il potere di interruzione degli interruttori a valle; la protezione di sostegno dovrà comunque essere indicata dalle case costruttrici degli interruttori stessi.

2.5.3 – Verifica della Caduta di Tensione

Per un corretto impiego gli utilizzatori devono funzionare al valore della tensione nominale prevista dal costruttore; a tal fine è necessario verificare che le cadute di tensione ΔV siano contenute entro valori limite. Secondo le norme tali cadute di tensione non devono risultare superiori al 4 %.

Il valore di caduta di tensione della linea d'alimentazione trifase risulta

$$\Delta V = 1.732 \times I \times L \times (R\cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) \quad (8)$$

Il valore di caduta di tensione della linea di alimentazione monofase risulta

$$\Delta V = 2 \times I \times L \times (R\cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) \quad (8)$$

dove:

- I corrente nominale d'utilizzo (A)
- L lunghezza della linea (Km)
- φ angolo di sfasamento tra tensione e corrente
- R resistenza di linea (Ω)
- X reattanza di linea (Ω)

Il calcolo di verifica della caduta di tensione viene effettuato in questo modo:

- per quanto riguarda le dorsali dell'impianto viene calcolata la caduta di tensione percentuale effettiva tramite la relazione (8) ;
- per quanto riguarda le linee verso le utenze da ciascun quadro, viene dapprima calcolata la caduta di tensione percentuale presente a monte del quadro stesso sommando le cadute percentuali risultanti delle dorsali precedenti, verificando quindi che per ciascuna utenza la caduta di tensione percentuale sia inferiore al complemento a quattro della caduta di tensione percentuale presente a monte ; la suddetta verifica viene effettuata mediante una formula inversa delle (8) dalla quale si ricava la lunghezza limite corrispondente alla caduta di tensione massima accettabile ricavata nel modo sopra descritto.

In tal modo su ogni linea vista nella sua interezza, da valle della sorgente di alimentazione all'utenza finale, viene rispettata la condizione posta dalla norma.

2.6 – CONCLUSIONE

Si precisa che l'obiettivo del presente progetto è quello di definire le caratteristiche principali degli impianti che verranno realizzati, in termini di soluzioni scelte e materiali utilizzati.

Si precisa inoltre che eventuali variazioni che dovessero essere effettuare in fase di esecuzione, dovranno essere concordate con il progettista, al fine di rendere conforme alle norme di sicurezza elettrica l'impianto realizzato

Il Progettista
Ing. Bruno Consolato

RELAZIONE TECNICA

IMPIANTO ELETTRICO

UFFICI E SERVIZI

INDICE

INDICE 205
1 – PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO 207
1.1 - OGGETTO 207
1.2 – ELENCO ELABORATI 207
1.3 – SCOPO E DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO 207
1.3.1 – DISTRIBUZIONE GENERALE DELL'ENERGIA 208
1.4 - DATI DI PROGETTO 208
1.4.1 - CONDIZIONI AMBIENTALI 208
1.5 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO 209
1.5.1 – GENERALITÀ 209
1.5.2 – CAVI ELETTRICI 209
1.5.3 – QUADRI ELETTRICI 209
1.5.3.1 – Quadro QGUF 209
1.6 – IMPIANTO DI TERRA 210
1. 7 – SISTEMI DI PROTEZIONE 210
1.7.1 – PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI 210
1.9 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 210
1.9.1 – DEFINIZIONE DEGLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 210
1.9.2 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO DI INCENDIO PER LA PRESENZA DI MATERIALE INFIAMMABILE O COMBUSTIBILE IN LAVORAZIONE, CONVOGLIAMENTO, MANIPOLAZIONE E DEPOSITO 211
1.9.3 – PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO 212
1.9.4 – PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO PER LA PRESENZA DI MATERIALE INFIAMMABILE 215
2.1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO 217
2.1.1 - LEGGI DI CARATTERE GENERALE 217
2.1.2 – APPARECCHIATURE E COMPONENTI PER BT 218
2.1.3 – SICUREZZA E ANTINFORTUNISTICA 219
2.1.4 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO MT 220
2.2 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO 221
2.2.1 – GENERALITÀ 221
2.2.2 – CONDUTTURE ELETTRICHE 221
2.2.2.1 – Tipologia dei Cavi 222
2.2.3 – QUADRI ELETTRICI 224
2.2.4 – CANALIZZAZIONI 226
2.2.5 – GIUNZIONI 227
2.2.6 – CASSETTE DI DERIVAZIONE 228

2.3 – IMPIANTO DI TERRA 228
2.3.1 – COLLETTORI (O NODI) PRINCIPALI DI TERRA.....229
2.3.2 – DISPERSORE DI TERRA.....229
2.3.3 – CONDUTTORI DI TERRA 83
2.3.4 – CONDUTTORI DI PROTEZIONE.....85
2.3.5 – CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI 85
2.4 – SISTEMI DI PROTEZIONE 85
2.4.1 – PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI.....85
2.4.2 – PROTEZIONE COMBINATA DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI.....86
2.4.2.1 – Prescrizioni Comuni per i circuiti SELV e PELV 86
2.4.2.2 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti SELV.....86
2.4.2.3 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti PELV.....87
2.4.2.4 – Circuiti FELV 87
2.4.3 – PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI.....87
2.4.3.1 – Protezione dai contatti indiretti sotto UPS 87
2.5– PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI.....87
2.5.1 – PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO.....88
2.5.2 – PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO.....88
2.5.2.1 - Verifica alle correnti massime di cortocircuito 88
2.5.2.2 – Verifica alle correnti minime di cortocircuito 88
2.5.2.3 - Verifica del potere di interruzione.....88
2.5.3 – VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE 89
2.6 – CONCLUSIONE 90

1 – PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO

1.1 - OGGETTO

Il presente progetto riguarda la realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione e forza motrice, a servizio degli uffici, facente parte del nuovo insediamento industriale, per la produzione di carta tissue, sito a Montoro in Provincia di Avellino.

1.2 – ELENCO ELABORATI

Il seguente progetto si compone della presente relazione tecnica Dis.n° ST16045500 e dei seguenti allegati:

- Layout distribuzione impianti elettrici uffici Dis. n° ST1604520;

Per il quadro generale si rimanda alla relazione Tecnica distribuzione impianti esterni e i relativi allegati Dis. n° ST16045100;

1.3 – SCOPO E DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Lo scopo del presente progetto è quello di definire i criteri di installazione delle diverse parti di impianto, di calcolare tutte le grandezze elettriche al fine di ottenere un corretto dimensionamento di esse e di fornire delle specifiche tecniche al fine di scegliere del materiale conforme alla normativa vigente in materia di sicurezza elettrica.

La realizzazione dell'impianto elettrico in oggetto prevede, per sommi capi, quanto segue:

- Realizzazione del quadro QGUF – Quadro Generale Uffici;
- Realizzazione del quadro QUUF – Quadro UPS Uffici;
- Realizzazione di tutte le linee in partenza dal quadro QGUF, con tutte le rispettive vie cavi;
- Realizzazione di tutte le linee in partenza dal quadro QUUF, con tutte le rispettive vie cavi;
- Realizzazione dell'impianto elettrico di illuminazione ordinaria e di emergenza per tutto l'edificio;
- Realizzazione dell'impianto di forza motrice ordinario per tutto l'edificio;
- Realizzazione dell'impianto di forza motrice privilegiato (Linee sotto UPS) per tutto l'edificio;
- Realizzazione dell'impianto telefono dati per tutto l'edificio, compresa l'installazione dell'armadio rack dati;

1.3.1 – Distribuzione Generale dell'Energia

L'insediamento industriale è alimentato in media tensione a 20kV , la ricezione della fornitura avviene nella cabina ENEL ai margini della proprietà.

Dalla cabina di consegna si alimenta in media tensione il quadro di di distribuzione MT e da questo la sottocabina Cartiera ed il Trasformatore da 630kVA (installalto nella cabina ENEL) e di conseguenza il quadro di bassa tensione PCC630 da dove si alimentano gli impianti elettrici degli uffici trattati nella presente relazione.

1.4 - DATI DI PROGETTO

Il limite di batteria del presente progetto è rappresentato:

- Dall' interruttore nel quadro PCC630 nella cabina di consegna ENEL a protezione della linea di alimentazione del Quadro Elettrico Uffici.

L'impianto in oggetto è alimentato in media tensione a 20kV ; i dati di progetto dell'impianto in oggetto risultano:

- Tensione di alimentazione : 20 kV;
- Massimo impegno di potenza : 6 MW;
- Corrente di cortocircuito presunta, al limite di batteria dell'impianto: pari a 16 kA (Valore in MT);
- Modo di collegamento a terra : TN-S;
- Classificazione dell'ambiente in cui si sviluppa l'impianto : ambiente ordinario e ambiente a maggior rischio in caso di incendio.

1.4.1 - Condizioni ambientali

- altitudine : non superiore a 1000 m s.l.m.
- temperatura : min - 15 °C, max. + 40 °C
- umidità : 20 ÷ 90 %
- servizio : interno / esterno

1.5 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

1.5.1 – Generalità

Negli elaborati allegati alla presente relazione tecnica è indicata la distribuzione planimetrica delle apparecchiature degli impianti elettrici e le loro principali
caratteristiche.

1.5.2 – Cavi Elettrici

I cavi elettrici da utilizzare nell'impianto dovranno essere conformi alle norme CEI/UNEL e risulteranno delle seguenti tipologie:

- FG7OR 0.6 / 1 kV;
- N07V-K 450/750V;
- FROR 450/750V;
- FTG10(O)M1 0.6 / 1 kV;
- RG7H1M1 12/20 kV.

1.5.3 – Quadri Elettrici

I quadri elettrici dell'impianto dovranno essere realizzati in conformità delle norme tecniche vigenti che regola la costruzione ed il collaudo delle apparecchiature assiemate di comando e di protezione dei circuiti in bassa tensione.

Inoltre i quadri elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI".

1.5.3.1 – Quadro QGUF

Il quadro QGUF verrà installato al piano terra nel locale server come si evince dal layout allegato e risponderà alle seguenti specifiche tecniche:

- Involucro : armadio in lamiera di acciaio;
- Grado di protezione: IP 65;
- Corrente nominale : 100A;
- Valore corrente di cortocircuito di progetto : 6 kA (Valore in BT);
- Collettore di terra: collegato all'anello di terra di stabilimento.

•

1.6 – IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra generale sarà costituito da un dispersore di terra distribuito lungo tutto il perimetro della superficie dell'attività (anello di fabbricato), composto da un anello di corda nuda di rame che interconnette picchetti infissi nel terreno ed i ferri di armatura dei vari fabbricati. L'impianto di terra verrà connesso all'impianto di terra delle cabine, in modo da formare un unico dispersore generale.

1. 7 – SISTEMI DI PROTEZIONE

La protezione dai contatti diretti nel presente impianto sarà realizzata secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI" .

1.7.1 – Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti nel presente impianto sarà realizzata secondo le prescrizioni indicate al capitolo 2, "PRESCRIZIONI GENERALI".

Per le utenze che risulteranno protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori differenziali, assumeremo quale corrente di intervento del dispositivo di protezione, la corrente differenziale, pari a $I_{\Delta n}$ = 0.3 / 0.03 A.

1.9 – AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO

1.9.1 – Definizione degli ambienti a maggior rischio in caso di incendio

Il rischio relativo all'incendio dipende dalla probabilità che l'incendio stesso si verifichi e dalla entità del danno conseguente per persone animali e cose.

L'individuazione degli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, dipende da molteplici fattori; ai fini però della individuazione delle caratteristiche dell'impianto elettrico, tali ambienti possono essere raggruppati in tre gruppi fondamentali:

[16] Ambienti a maggior rischio di incendio per l'elevata densità di affollamento e per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali o cose;

[17] Ambienti a maggior rischio di incendio in quanto aventi strutture combustibili;

[18] Ambienti a maggior rischio di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento,

manipolazione e deposito, qualora non risultino compresi tra quelli del gruppo [1].

1.9.2 – Ambienti a maggior rischio di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione e deposito

Gli ambienti oggetto del presente paragrafo sono quelli nei quali avviene la lavorazione, il convogliamento, la manipolazione o il deposito dei materiali infiammabili o combustibili, quando la classe del compartimento antincendio è considerato pari o superiore a 30.

I materiali considerati risultano:

- Materiali, sia allo stato di fibre o di trucioli o di granulari sia allo stato di aggregati, per i quali in pratica non viene considerata una temperatura di infiammabilità;
- Materiali aventi temperatura di infiammabilità superiore a 40 °C o alla massima temperatura ambiente e non soggetti a lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito con modalità tali da consentire loro il contatto con l'aria ambiente a temperature uguali o superiori a quella di infiammabilità.

Per la valutazione della classe di un compartimento antincendio nel quale avviene la lavorazione, il convogliamento, la manipolazione o il deposito dei materiali infiammabili o combustibili, si procede come segue:

- Si valutano i quantitativi massimi di materiali combustibili o infiammabili contemporaneamente presenti durante il regolare svolgimento della attività prevista all'interno del compartimento;
- Se il compartimento considerato è collegato ad altri compartimenti antincendio per mezzo di organi di collegamento (tubazioni, nastri trasportatori, ecc.), i quali durante il regolare svolgimento delle attività provvedono al trasporto di materiali infiammabili e combustibili, in aggiunta ai quantitativi del punto precedente, devono essere considerati i quantitativi che possono essere immessi nel compartimento nel tempo **t,** decorrente tra l'inizio di un eventuale incendio e l'intercettazione degli organi di convogliamento; se il tempo t non può essere determinato altrimenti, devono essere utilizzati i seguenti valori:
    - 10 secondi, per il caso di organi di intercettazione comandati automaticamente da dispositivi rivelatori;
    - 15 minuti, per il caso di organi di intercettazione comandati a mano da un posto costantemente presidiato durante i periodi nei quali le installazioni elettriche sono in tensione;

- 90 minuti, per il caso di attività solamente sottoposte ad una generica sorveglianza;
- 8 ore, per il caso di attività non presidiate.

Ai fini del presente progetto sono da classificare come ambienti a maggior rischio in caso di incendio i seguenti locali:

- Magazzino.

1.9.3 – Prescrizioni particolari per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio

Negli ambienti classificati come a maggior rischio in caso di incendio, gli impianti elettrici devono soddisfare le seguenti prescrizioni generali:

[51] I componenti dell'impianto elettrico devono essere limitati a quelli strettamente necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare.

[52] Nel sistema di vie di uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili; i condensatori ausiliari incorporati in apparecchi non sono soggetti a questa prescrizione.

[53] Negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra controllo e protezione, fatti salvi quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo.

[54] I componenti elettrici installati in vista, a parete o a soffitto, non disciplinati da normative specifiche, devono essere di materiale resistente alle prove previste dalle normative, assumendo per la prova del filo incandescente 650 °C (anziché 550 °C).

[55] Gli apparecchi di illuminazione devono essere mantenuti ad una adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili; in particolare per i faretti ed i proiettori tale distanza deve essere :

- Fino a 100 W : 0,5 m.;
- Da 100 a 300 W: 0,8 m.;
- Da 300 a 500 W: 1 m..

Le lampade e le altre parti componenti degli apparecchi di illuminazione devono essere protette contro le prevedibili sollecitazioni meccaniche; tali mezzi di protezione non devono essere fissati sul portalampade a meno che non siano parte integrante dell'apparecchio di illuminazione.

Gli involucri di apparecchi elettrotermici, quali ad esempio riscaldatori, resistori, ecc. non devono raggiungere temperature più elevate di quelle

relative agli apparecchi di illuminazione; questi apparecchi devono essere per costruzione o per installazione realizzati in modo da impedire qualsiasi accumulo di materiale che possa influenzare negativamente la dissipazione del calore.

[56] E' vietato l'uso di conduttori PEN, fatte salve le condutture che attraversano il luogo a maggior rischio in caso di incendio.

[57] Le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e, preferibilmente, non devono essere a portata di mano; se altrimenti sono a portata di mano, devono essere poste dentro involucri o barriere che non creino intralcio al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione.

[58] I conduttori dei circuiti in corrente alternata devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo a tal fine è sufficiente che tutti i conduttori facenti parte dello stesso circuito siano raggruppati in una stessa conduttura.

[59] Le condutture, ivi comprese quelle che transitano soltanto dall'ambiente, devono essere realizzate in uno dei seguenti modi:

9.1 <u>Modo A</u>

- Condutture di qualsiasi tipo annegate in strutture non combustibili;
- Condutture realizzate mediante cavi contenuti in tubi o canali metallici o non metallici, purché non combustibili, con grado di protezione almeno IP4X; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi e dai canali stessi, purchè idonei allo scopo;
- Condutture realizzate mediante cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione, sprovvisti all'esterno di guaina non metallica;

9.2 <u>Modo B</u>

- Condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico;
- Condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione;
- Condutture realizzate mediante cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione, sprovvisti all'esterno di guaina non metallica;

9.3 Modo C

- Condutture diverse da quelle precedentemente elencate ai capoversi 9.1 Modo A e 9.2 Modo B, realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione;
- Condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari, sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canali metallici senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai canali stessi, o da un conduttore, nudo oppure isolato, contenuto in ciascuna di esse;
- Condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari, sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o involucri non metallici, chiusi e con grado di protezione almeno IP4X, realizzati in materiale resistente alle prove previste dalla normativa, assumendo per la prova del filo incandescente 850 °C (anziché 650 °C) qualora non soggetti a normativa specifica e installati in vista (non incassati);
- Binari elettrificati e condotti sbarre;

[60] Le condutture che attraversano l'ambiente ma non sono destinate alla alimentazione elettrica di utenze al suo interno, non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno dell'ambiente, a meno che le connessioni non siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco definita nella relativa norma di prodotto.

Le condutture che alimentano o attraversano l'ambiente devono essere protette contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti tra l'origine dei circuiti e l'ambiente.

Le condutture che hanno origine all'interno dell'ambiente devono essere protette contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti all'origine dei circuiti stessi.

La protezione delle condutture descritte ai capoversi 9.1 Modo A e 9.2 Modo B non richiede particolari prescrizioni.

I circuiti terminali singoli o raggruppati delle condutture descritte al capoversi 9.3 Modo C, ad esclusione dei circuiti di sicurezza, a meno che non siano racchiusi in involucri con grado di protezione almeno IP4X e con la sola eccezione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore, devono essere ulteriormente protetti in uno dei modi seguenti:

- Nei sistemi TT e TN con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale di intervento non superiore a 300 mA, anche ad intervento ritardato; quando i guasti resistivi possono innescare un incendio (ad esempio riscaldamento a soffitto con elementi a pellicola riscaldante), la corrente differenziale deve essere pari a 30 mA;
- Nei sistemi IT con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca l'apertura automatica del circuito quando si manifesta un decadimento dell'isolamento; per particolari necessità di continuità di servizio, il dispositivo può azionare un allarme ottico ed acustico anziché aprire il circuito.

[11] Le condutture descritte ai capoversi 9.2 Modo B e 9.3 Modo C la propagazione dell'incendio deve essere evitata come segue:
- Utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" (CEI 20-35) quando sono installati individualmente o sono distanziati tra loro di almeno 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso oppure sono installati in tubo o canale con grado di protezione IP4X;
- Utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" (CEI 20-22) ;
- Adottando sbarramenti, barriere tagliafiamma e/o altri provvedimenti equipollenti;

[12] Devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio; le barriere devono avere requisiti di resistenza al fuoco almeno pari a quelli richiesti per gli elementi di costruzione del solaio o parete su cui sono installate.

1.9.4 – Prescrizioni aggiuntive per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio per la presenza di materiale infiammabile

Negli ambienti classificati come a maggior rischio in caso di incendio, a causa della presenza di materiale infiammabile, gli impianti elettrici devono soddisfare le seguenti ulteriori prescrizioni particolari:

[13] tutti i componenti dell'impianto, ad eccezione delle condutture, gli apparecchi di illuminazione ed i motori, devono essere posti dentro involucri con grado di protezione almeno IP4X;

[14] i componenti elettrici devono essere ubicati o protetti in modo da non essere soggetti allo stillicidio di eventuali combustibili liquidi;

[15] quando si prevede che si possa accumulare polvere sugli involucri di componenti dell'impianto in quantità sufficiente a causare un rischio di

incendio, devono essere presi adeguati provvedimenti per impedire che questi involucri raggiungano temperature eccessive;

[16] i motori che sono comandati automaticamente o a distanza e che non sono sotto continua sorveglianza, devono essere protetti contro le temperature eccessive mediante un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi con ripristino manuale o mediante un equivalente dispositivo di protezione contro i sovraccarichi; i motori con avviamento stella triangolo, non provvisti del cambio automatico della connessione da stella a triangolo, devono essere protetti contro le temperature eccessive anche nella connessione a stella;

[17] se nell'ambiente, può esserci rischio di incendio dovuto a polvere o fibre, gli apparecchi di illuminazione devono essere costruiti in modo che, in caso di guasto, sulla loro superficie, si presenti solo una temperatura limitata e che polvere e/o fibre non possano accumularvisi in quantità pericolose;

[18] gli apparecchi di accumulo del calore devono essere del tipo che impedisca l'accensione, da parte del nucleo riscaldante, della polvere e/o delle fibre combustibili.

Le prescrizioni elencate sono da applicare generalmente a tutto l'ambiente considerato; nei casi particolari nei quali il volume del materiale combustibile sia ben definito, prevedibile e controllato, la zona entro la quale gli impianti elettrici devono soddisfare le prescrizioni sopra elencate può essere delimitata dalla distanza dal volume del materiale combustibile oltre la quale le temperature superficiali, gli archi e le scintille che possono prodursi sia nel funzionamento ordinario che in casi di guasto, non possono più innescare l'accensione del materiale combustibile stesso.

In mancanza di elementi precisi di valutazione delle caratteristiche del materiale infiammabile o combustibile e del comportamento in caso di guasto dei componenti elettrici, si devono assumere distanze non inferiori alle seguenti:

- 1,5 m. in orizzontale, in tutte le direzioni e comunque non oltre le pareti che delimitano il locale e relativa aperture provviste di serramenti;
- 1,5 m. in verticale, verso il basso e comunque non al di sotto del pavimento;
- 3 m. in verticale, verso l'alto e comunque non al di sopra del soffitto.

2 – PRESCRIZIONI GENERALI

2.1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente progetto è realizzato in conformità alle seguenti norme e disposizioni di carattere generale:

- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) per gli impianti elettrici;
- Prescrizioni e raccomandazioni della società fornitrice energia elettrica (ENEL);
- Prescrizioni e raccomandazioni del Comando provinciale dei vigili del fuoco;
- Leggi e decreti dello Stato Italiano

2.1.1 - Leggi di carattere generale

- LEGGE 1 marzo 1968, n° 186
  "*Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici*".

- D. Lgs. 9 aprile 2008 n.81
  "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

- D. Lgs. 3 agosto 2009 n.106
  "Disposizioni Integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81,in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

- DLgs 19 marzo 1996, n° 242
  "*Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n° 626*

- DPR 462/2001
  "*Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti pericolosi.*

- DM 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*".

2.1.2 – Apparecchiature e componenti per bt

Quadri e interruttori

- DPR 27 aprile 1955, n° 547 -
  - Art. 287 - quadri di distribuzione e di manovra -
  - Art. 288 - interruttore generale
  - Art. 290 - interruttori elettrici e simili
- CEI EN 60947-1/A2 – CEI 17-44 Apparecchiature a bassa tensione
- CEI EN 60947-2 CEI 17-5 Apparecchiature a bassa tensione
  Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 61439-1 prestazioni obbligatorie valide per tutti i tipi di quadro elettrico per bassa tensione;
- CEI EN 61439-2 normativa relativa ai quadri di potenza;
- CEI EN 61439-3 normativa relativa ai quadri di distribuzione finale;
- CEI EN 61439-4 normativa relativa ai quadri per cantieri;
- CEI EN 61439-5 normativa relativa ai quadri di distribuzione di potenza;
- CEI EN 61439-6 normativa relativa ai quadri per sistemi di sbarre.
- CEI EN 50274 CEI 17-82 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione - Protezione contro le scosse elettriche Protezione dal contatto diretto accidentale con parti attive pericolose
- CEI EN 60898-1 CEI 23-3/1 - CEI EN 60898-2 CEI 23-3/2 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
-

Prese a spina

- DPR 27 aprile 1955, n° 547 – Artt. 309 - 314 - macchine ed apparecchi elettrici mobili e portatili
- CEI EN 23-124;V1 Spine e prese per usi domestici e similari
- CEI EN 60309-1/A1/EC - CEI 23-12/1;EC1 - prese a spina per usi industriali Spine e prese per uso industriale Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 60309-2/A2 - CEI23-12/2;V3 Spine e prese per uso industriale Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici
- CEI EN 60309-4/A1 - CEI 23-12/4;V1 Spine e prese per uso industriale Parte 4: Prese fisse e mobili con interruttore, con e senza dispositivo d'interblocco
- CEI 23-122 - Spine e prese per usi domestici e similari
  Parte 2-3: Prescrizioni particolari per prese con interruttore senza dispositivo di interblocco per installazioni fisse
- CEI 23-123 - Spine e prese per usi domestici e similari
  Parte 2-6: Prescrizioni particolari per prese con interruttore con dispositivo di interblocco per installazioni fisse

Cassette di Giunzione

- CEI EN 60998-1 - 23-20 - Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari

Tubi e canali portacavi

- CEI EN 61537 - CEI 23-76 Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini
- CEI EN 50085-2-1/A1 – CEI 23-93;V1 Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche
- CEI EN 61386 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche

Cavi e conduttori elettrici

- CEI 20-20 - cavi isolati con polivinilclururo con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 20-21/1 - calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1, in regime permanente. (fattore di carico 100 %)
- CEI 20-24/ab - giunzioni e terminazioni per cavi di energia - fasc. 550
- CEI 20-33/ab - giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione Uo / U non superiore a 600 / 1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua
- CEI 64.8/5 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. – Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Illuminazione

- UNI EN 12464-1 Illuminazione dei luoghi di lavoro – Parte 1 Luoghi di lavoro interni

2.1.3 – Sicurezza e antinfortunistica

Sicurezza e antinfortunistica

Gli impianti elettrici sono stati realizzati rispettando le prescrizioni delle norme impiantistiche, per quanto riguarda sicurezza e antinfortunistica delle persone:

- DPR 27 aprile 1955, n° 547
- DLgs 19 marzo 1996, n° 242
- DLgs. 9 aprile 2008 n° 81

Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza - fasc. 1919

Protezione contro gli effetti termici

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione delle condutture contro le sovracorrenti di sovraccarico e Cortocircuito

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione contro le sovratensioni

- CEI 64.8/4 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Prescrizioni per la sicurezza

Protezione contro le tensioni di contatto e impianto di terra

- CEI EN 61936-1 - CEI 99-2 - impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata.
- CEI EN 505221 - CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1 kV c.a.
- CEI 64.8/5 - impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Calcolo delle correnti di corto circuito

- CEI EN 60909-0 – CEI 11-25 Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata

Norme Connessione Utenti Attivi

- CEI 0-21 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica

2.1.4 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO MT

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

- CEI EN 505221 - CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1 kV c.a.
- CEI 0-16 – CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI EN 62271 – CEI 17-100 Apparecchiatura ad alta tensione

Norme Connessione Utenti Attivi

- CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

2.2 – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

2.2.1 – Generalità

Negli schemi allegati alla presente relazione tecnica è indicata la distribuzione planimetrica delle apparecchiature degli impianti elettrici e le loro principali caratteristiche.

Nella scelta dei materiali non univocamente specificati negli elaborati, si prescrive che:

- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono essere tali da resistere alle sollecitazioni di tipo meccanico, chimico, termico o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante il loro esercizio;
- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici dovranno rispondere alle caratteristiche nominali del circuito in cui verranno installate in termini di potenza, tensione, portata di corrente e frequenza;
- tutti i materiali per l'esecuzione delle opere previste, dall'oggetto della presente relazione devono avere caratteristiche tali da rispondere totalmente alle relative norme CEI ed alle tabelle CEI – UNEL attualmente in vigore.

2.2.2 – Condutture Elettriche

Le condutture elettriche dovranno essere realizzate in modo tale da adempiere alle seguenti prescrizioni.

Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione

In base alle norme specifiche avremo:

- il colore giallo/verde per i conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali
- il colore blu chiaro per i conduttori di neutro
- i colori marrone, grigio, nero ecc. per gli altri conduttori

Sezioni minime dei conduttori di fase

Per cavi realizzati in rame, nel caso d'installazioni fisse:

- circuiti di utilizzazione luce 1,5 mmq.;
- circuiti di utilizzazione F.M. 2,5 mmq.
- circuiti di comando $S \geq 0.5$ mmq. (0.1 mmq. apparecchiature elettroniche)

Sezioni minime dei conduttori di protezione

Tra sezione del conduttore di fase S (mmq.) e sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp (mmq.) deve sussistere la seguente relazione:

- se $S \leq 16$ $\Rightarrow$ $Sp = S$
- se $16 < S \leq 35$ $\Rightarrow$ $Sp = 16$
- se $S > 35$ $\Rightarrow$ $Sp = S / 2$

2.2.2.1 – Tipologia dei Cavi

I cavi elettrici da utilizzare nell'impianto devono essere conformi alle norme CEI/UNEL indicate.

In particolare per questa tipologia di impianto sono da utilizzare cavi antifiamma del tipo:

- FG7OR 0.6 / 1 kV, CEI 20 – 13
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in gomma HEPR ad alto modulo, con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (CEI 20-11 e CEI 20-34); guaina in PVC di qualità Rz, colore grigio; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali; adatti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari; possono essere direttamente interrati.
- N07V-K 450/750V, CEI 20 - 20
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità R2;. adatti per installazione fissa e protetta su o entro apparecchi di illuminazione, all'interno di apparecchiature di interruzione e di comando, per tensioni sino a 1000 V in corrente alternata o 750 V in corrente continua;
- FROR 450/750V, CEI 20 – 14

Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità TI2; guaina in PVC di qualità TI2, colore grigio chiaro; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali; adatti per posa fissa all'interno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari.

- FG7OH2R 0.6 / 1 kV CEI 20 – 13
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso flessibile in classe 5; isolamento in gomma HEPR ad alto modulo, con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (CEI 20-11 e CEI 20-34); schermatura a treccia di capillari di rame rosso elettrolitico; guaina in PVC di qualità Rz,colore grigio; adatti per alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali ed apparecchiature dove si necessita una particolare protezione da disturbi statici, magnetici; adatti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari
- FR2OH2R 450/750V, CEI 20 – 14
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità R2, colore grigio; schermatura con treccia di rame rosso; guaina in PVC di qualità RZ, colore grigio; cavo con particolari caratteristiche di protezione da interferenze elettrostatiche ed elettromagnetiche, adatti per trasmettere segnali elettrici di comando protetti da interferenze e disturbi esterni; adatti anche per l'alimentazione di valvole, attivazione di circuiti di allarme o blocco relè, e similari; adatti per posa fissa all'interno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari;
- FTG10(O)M1 0.6 / 1 kV CEI 20-45, CEI 20–37, CEI 20–36
  Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto; barriera antifuoco in mica; isolamento con mescola elastomerica G10; riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico; guaina termoplastica speciale tipo M1; adatti 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; adatti per installazione nei luoghi nei quali in caso di incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e nelle quali si vogliano evitare danni le strutture, alle apparecchiature, ai beni comunque presenti od esposti; adatti per alimentazione di uscite di sicurezza, segnalatori di fumi o gas, scale mobili; adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.
- CAVO TELEFONICO TR/R – TR/HR , CEI 46 – 5
  Conduttore a filo unico di rame stagnato; isolamento in PVC; schermatura con nastro di alluminio accoppiato (solo per versione TR/HR); guaina In PVC, colore grigio; per le loro caratteristiche di elevata autoestinguenza e

ridotta corrosività, sono adatti per impianti di distribuzione all'interno di edifici civili o industriali.

- CAVO DATI UTP 6 , IEC 61156 - EN 50288-6 ,IEC 11801 2nd Ed. - EN 50173 2nd Ed.,EIA/TIA 568 B.2.1
  Cavo realizzato con 4 coppie di conduttori 23 AWG in rame rosso monofilare, con isolamento in polietilene; conduttori delle coppie incollati, con separatore centrale a crociera flessibile; guaina: in PVC oppure in halogen free, colore grigio o blu; adatto per cablaggio strutturato cat.6.
- CAVO DATI FTP 6 , IEC 61156 - EN 50288-6 ,IEC 11801 2nd Ed. - EN 50173 2nd Ed.,EIA/TIA 568 B.2.1
  Cavo realizzato con 4 coppie di conduttori 23 AWG in rame rosso monofilare, isolati in polietilene, con separatore centrale flessibile; schermatura con foglio alluminio/poliestere con piega di corto circuito, filo di continuità 26 AWG in rame stagnato; guaina in PVC oppure in halogen free, colore grigio o blu; adatto per cablaggio strutturato cat.6.
- CAVO TV
  Conduttore a filo unico di rame rosso ricotto o stagnato; isolamento In polietilene espanso; schermatura con combinazione di nastri accoppiati alluminio/poliestere con treccia di rame rosso o stagnato; guaina in PVC di qualita Rz; adatti per la trasmissione di segnali televisivi negli impianti di discesa d'antenna personali e centralizzati, per ricezione TV terrestre o via satellite
- CAVO IMPIANTI ALLARME
  Conduttore in rame rosso flessibile in classe 5, isolamento in mescola di PVC tipo R2 antifiamma a norme CEI 20-22 II,CEI 20-37/1;conduttori cordati
  tra loro;schermatura globale a nastro di alluminio/poliestere con conduttore di continuità in rame rosso guaina in mescola di PVC di tipo Rz antifiamma a norme CEI 20-22 II, CEI 20-37/1 di colore blu; Cavo schermato per impianti di allarme, antifurto ed antincendio.

2.2.3 – Quadri Elettrici

I quadri dovranno essere realizzati in conformità delle norme CEI 17-13(EN 60 439-1) che regola la costruzione ed il collaudo delle apparecchiature assiemate di comando e di protezione dei circuiti in bassa tensione (AS e ANS).

Se richiesto, saranno dotati di strumenti di misura da incasso e/o di spie luminose.

Tutte le linee dei circuiti in partenza dai quadri saranno protette da interruttori automatici muniti di relè magnetici per i corto circuiti e relè termici per i sovraccarichi, debitamente dimensionati, i primi in funzione delle correnti di cortocircuito che possono presentarsi sulla linea da proteggere, i secondi in funzione della corrente massima ammissibile (come da normativa CEI) per la linea da proteggere.

A protezione contro i contatti indiretti e in coordinamento con l'impianto di messa a terra, le linee in partenza dai quadri di distribuzione saranno protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori a relè differenziale.

In generale le apparecchiature saranno del tipo modulare ed avranno le connessioni accessibili per il montaggio e la manutenzio ne con la rimozione dei pannelli anteriori, fissati con viti o mobili su cerniere.

I quadri saranno dotati di adeguati interruttori di riserva, nonché di spazio sufficiente per aggiunte di ulteriori interruttori; il margine di spazio libero dovrà essere non inferiore al 30%.

All'interno, i quadri dovranno essere dotati di pannelli frontali incernierati con chiusura a mezzo viti, opportunamente finestrati per l'azionamento delle apparecchiature; queste ultime dovranno essere dotate di targhette pantografate per l'identificazione delle utenze.

Se prescritto, i quadri dovranno essere dotati anche di pannelli di segregazione interna per la separazione tra i vari sistemi dell'impianto.

La distribuzione interna per i quadri sarà realizzata tramite barre collettrici opportunamente identificate e le derivazioni da dette barre dovranno essere realizzate tramite conduttori antifiamma N07V/K in canaline in P.V.C. autoestinguente, complete di setti divisori ove necessario oppure tramite le apposite barre di derivazione fornite dai costruttori.

Le sezioni dei conduttori di cablaggio impiegati dovranno essere correlate con le tarature dei relativi interruttori.

Ogni connessione sarà eseguita con capicorda terminali e viti.

Dovranno essere eseguiti tutti i necessari contrassegni d'identificazione dei conduttori e dei morsetti.

I collegamenti tra gli interruttori delle varie sezioni dovranno essere realizzati con pettini di distribuzione di opportuna portata.

I cablaggi interni dovranno essere realizzati in modo da rendere minimo il numero degli incroci tra conduttori e dei ponticelli tra interruttore ed interruttore.

I quadri, le apparecchiature e le connessioni saranno dimensionate per reggere le sollecitazioni elettrodinamiche di corto circuito prevedibili in base alla struttura dell'impianto.

Gli involucri dei quadri dovranno essere in grado di dissipare una potenza non inferiore a quella totale dissipata dai dispositivi interni, al fine di mantenere la temperatura nel range che garantisce l'idoneo funzionamento dei dispositivi stessi.

Il calcolo della potenza totale dissipata dai dispositivi interne sarà effettuato sommando le potenze dissipate da ogni singolo dispositivo, così determinabili:

- per i dispositivi di manovra e comando, la potenza dissipata dal dispositivo si determina moltiplicando la potenza dissipata da ciascun polo (indicata dal costruttore), per il numero dei poli, per il fattore di contemporaneità K (calcolato come il rapporto tra la corrente di impiego dell'utenza $\mathbf{I_b}$ e la corrente nominale del dispositivo $\mathbf{I_n}$)
- per i dispositivi ausiliari (lampade, trasformatori, ecc.) il costruttore indica direttamente la potenza dissipata.

La potenza dissipata dall'involucro può essere determinata in base alle indicazioni del costruttore, il quale ne fornisce direttamente il valore oppure fornisce la metodologia di calcolo della stessa.

Ciascun quadro sarà dotato di un proprio collettore di terra da collegare con l'impianto di terra esistente e dal quale si deriveranno tutti i conduttori di protezione in partenza delle linee di distribuzione ed ogni quant'altro non garantisca una perfetta continuità elettrica.

Per ogni quadro, infine, sarà predisposto uno schema unifilare formato UNI con l'indicazione di tutte le caratteristiche delle apparecchiature, la taratura dei relè e dei fusibili, i riferimenti alle morsettiere numerate ed ogni altra indicazione per rendere facile e chiaro il controllo delle connessioni e l'eventuale sostituzione di qualsivoglia apparecchiatura; ogni quadro dovrà avere una tasca per il contenimento dello schema elettrico; tale tasca sarà situata sulla faccia interna dello sportello.

Il posizionamento dei quadri e la loro composizione risultano dai relativi elaborati di progetto.

2.2.4 – Canalizzazioni

Le modalità di posa delle condutture devono essere in accordo con la tabella 52A della Norma CEI 64-8/5 che tiene conto delle caratteristiche dei cavi utilizzati.

Le vie cavi sotto traccia in muratura, saranno da realizzare mediante tubo realizzato in PVC spiralato, autoestinguente secondo la norma CEI 23-14, con grado di protezione IP 65 e raccordi di tipo Universale, temperatura d'esercizio da –10° C a + 70° C.

I canali portacavi da posare tipo battiscopa sono da realizzare in materiale, autoestinguente secondo la norma CEI 23-19. Grado di protezione IP 40 con raccordi di tipo Universale, temperatura d'esercizio da –10° C a + 60° C

Le vie cavi esterne saranno da realizzare in passerella metallica in lamiera di acciaio zincato a caldo tipo sendzimir oppure in tubo rigido di acciaio zincato tipo taz, con derivazione finale verso l'utenza da realizzare in tubo rigido di acciaio zincato tipo taz, o in guaina PVC liscio autoestinguente o in guaina spiralata metallica, completa dei necessari raccordi.

Le vie cavi interrate saranno da realizzare mediante tubo in PVC rigido serie pesante.

Medesime canalizzazioni non conterranno mai cavi ad utilizzazione diversa.

La sezione interna ($\mathbf{S_{int}}$) delle canalizzazioni ed il diametro interno delle tubazioni ($\mathbf{D_{int}}$) saranno determinate rispettivamente dalle relazioni:

- **Sint > 1,5 • Dc;**
- $\mathbf{D_{int} > 1,3 \cdot D_c}$;

essendo $\mathbf{D_c}$ il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuti nelle canalizzazioni medesime; in ogni caso il diametro minimo ammesso sarà di 16 mm.

Le canalizzazioni avranno percorsi unicamente orizzontali e verticali.

Nei punti di derivazione o di cambiamento di sezione saranno impiegati dei raccordi ortogonali o dei giunti adeguati in modo che sia garantito il facile inserimento dei cavi da alloggiare.

Le modalità di posa delle condutture devono essere in accordo con la tabella 52A della Norma CEI 64-8/5 che tiene conto delle caratteristiche dei cavi utilizzati.

2.2.5 – Giunzioni

Le connessioni tra i conduttori e tra i conduttori e gli altri elementi devono assicurare una continuità elettrica e prestare un'adeguata resistenza meccanica. Le connessioni devono essere situate in involucri che forniscano una protezione meccanica adeguata e devono essere accessibili per l'ispezione, le prove e la manutenzione.

Le connessioni devono essere realizzate mediante mezzi di connessione destinati a questo scopo, i quali devono essere scelti in modo tale da assicurare che le stesse connessioni possano sopportare le sollecitazioni provocate dalle correnti ammissibili nelle condutture in servizio ordinario e dalle correnti di cortocircuito determinate sulla base delle caratteristiche dei dispositivi di protezione.

I vari cavi e cordette saranno collocati in opera e saranno congiunti per le sezioni maggiori di 6 mmq. mediante morsetti fissi, mentre per sezioni fino a 6

mmq.. con morsetti a cappuccio; le giunzioni saranno ammesse solo entro a cassette di derivazione.

Le giunzioni, le derivazioni, i terminali dei cavi e cavetti unipolari o multipolari saranno eseguite in conformità delle norme CEI.

2.2.6 – Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione in esecuzione da incasso saranno in P.V.C. con grado di protezione non inferiore a IP40; in esecuzione da esterno saranno in lamiera pressofusa o in resina rinforzata, entrambe comunque con grado di protezione IP55.

Il coperchio sarà fissato mediante viti di ottone cromato o acciaio cadmiato da avvitarsi sulle madreviti poste sulle cassette; sarà esclusa la chiusura a pressione del coperchio sulla cassetta stessa.

Le cassette saranno corredate di morsetti a cappuccio; morsetti e cavi saranno contraddistinti per una esatta identificazione.

Le cassette saranno collocate in opera senza coperchio, ma con l'otturazione protettiva delle madreviti durante l'esecuzione dei lavori murari.

La dimensione minima interna ammessa per le cassette di derivazione è di 60 mm. di diametro oppure di 65 mm. di lato.

Nel caso di installazione di cassette di derivazione all'interno dei pozzetti, saranno da utilizzare cassette di derivazione con riempimento in resina, con grado di protezione IP67; in alternativa, all'interno della cassetta dovrà essere realizzata una colata di paraffina a sigillo della giunzione, al fine di raggiungere il grado di protezione IP67.

2.3 – IMPIANTO DI TERRA

Le caratteristiche dell'impianto di terra devono soddisfare le prescrizioni di sicurezza e funzionali dell'impianto elettrico.

Esso è composto da un dispersore di terra collegato al collettore principale di terra, posizionato generalmente nel quadro principale di distribuzione;dal collettore partono i conduttori di protezione verso tutte le utenze, le masse e le masse estranee.

2.3.1 – Collettori (o nodi) principali di terra

In ogni impianto deve essere usato un morsetto od una sbarra per costituire un collettore principale di terra al quale si devono collegare i conduttori di terra, i conduttori di protezione e i conduttori equipotenziali.

Il collettore principale di terra verrà realizzato mediante apposito morsetto per collegamenti equipotenziali realizzato in ottone nichelato, con vite di serraggio a frizione in acciaio zincato in modo tale da soddisfare le prescrizioni della norma.

2.3.2 – Dispersore di terra

Il dispersore di terra è un corpo metallico o complesso di corpi metallici, posto in contatto elettrico con il terreno ed utilizzato intenzionalmente o di fatto per disperdere le correnti elettriche.

Il dispersore intenzionale è un corpo metallico installato unicamente per lo scopi inerenti la messa a terra di impianti elettrici; il dispersore di fatto è un corpo metallico in contatto diretto con il terreno o tramite calcestruzzo, la cui installazione viene effettuata per scopi diversi dalla messa a terra di impianti elettrici (ad esempio ferri di armatura).

I dispersori intenzionali possono essere realizzati mediante:

- dispersori a picchetto o a piastra, destinati all'infissione nel terreno;
- dispersori ad anello, costituiti da conduttori nudi (corde o nastri), interrati ad almeno 50 cm. di profondità), normalmente disposti seguendo il perimetro del fabbricato;
- dispersori a maglia, derivati dai dispersori ad anello prevedendo collegamenti tra diversi punti dell'anello.

Sia i dispersori ad anello che i dispersori a maglia, possono essere integrati con elementi infissi verticalmente (picchetti).

2.3.3 – Conduttori di terra

I conduttori di terra sono i conduttori di protezione che collegano il dispersore di terra ai collettori principali di terra; saranno realizzati in cavo tipo N07V-K di colore giallo / verde.

Il collegamento dei conduttori di terra al dispersore deve essere assicurato mediante apposito morsetto capocorda a quattro bulloni realizzato in ottone nichelato, adatto per dispersori a croce.

La sezione dei conduttori di terra dovrà verificare la relazione (4) per la protezione contro le correnti di cortocircuito (cfr. par. 9.2 protezione contro le correnti di cortocircuito): in ogni caso la sezione minima ammessa per i conduttori

di terra sarà di 16 mmq.

2.3.4 – Conduttori di protezione

I conduttori di protezione sono i conduttori che realizzano i collegamenti prescritti per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti (dispersore – nodo principale di terra – masse – masse estranee).

La sezione dei conduttori di protezione dovrà verificare la relazione (4) per la protezione contro le correnti di cortocircuito (cfr. par. 2.4.2 protezione contro le correnti di cortocircuito)

La minima sezione ammissibile dei conduttori di protezione sarà dunque determinata con la formula inversa della (4), ovvero:

$$S = \frac{\left[I \times \sqrt{t}\right]}{K} \qquad (9)$$

dove:

- I è uguale alla corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile;
- t è uguale al tempo di intervento del dispositivo di protezione
- K coefficiente che, per i conduttori in rame, vale:
  - 115 se isolati in PVC
  - 135 se isolati in gomma ordinaria o gomma butilica
  - 143 se isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato

Ottemperando però a quanto già visto nel paragrafo 6.2, in merito alla sezione minima utilizzabile, la sezione dei conduttori di protezione può essere scelta con i criteri indicati in tale paragrafo; non è necessario quindi eseguire la verifica della precedente relazione (9).

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a 2,5 mm^2 se è prevista una protezione meccanica o inferiore a 4 mm^2 se non è prevista una protezione meccanica.

I conduttori di protezione sono realizzati mediante cavo tipo N07V – K di colore giallo / verde.

2.3.5 – Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali sono quei conduttori di protezione che mettono diverse masse e masse estranee al medesimo potenziale. I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm^2.

2.4 – SISTEMI DI PROTEZIONE

2.4.1 – Protezione dai contatti diretti

La protezione dai contatti diretti nel presente impianto sarà ottenuta mediante l'isolamento delle parti attive. Le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione. L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare le relative norme. (CEI 64-8/4 art. 412.1).

2.4.2 – Protezione combinata dai contatti diretti ed indiretti

La protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti è assicurata quando:

- la tensione nominale non supera 50 V, valore efficace in c.a., e 120 V in c.c.non ondulata;
- l'alimentazione proviene da una delle sorgenti previste dalla norma,quali :
  - Un trasformatore di sicurezza rispondente alle prescrizioni di sicurezza della Norma CEI 96-2, o una sorgente con un grado di sicurezza equivalente;
  - Una sorgente elettrochimica indipendente o separata con una protezione da circuiti FELV o da circuiti a tensione più elevata;
  - Una sorgente qualsiasi comunque indipendente da circuiti FELV o da circuiti a tensione più elevata;
  - Dispositivi elettronici conformi alle normative appropriate, per i quali siano stati adottati provvedimenti tali da assicurare che, anche in caso di guasto interno, la tensione ai morsetti di uscita non possa superare i valori sopra indicati;
- sono soddisfatte le prescrizioni per i circuiti SELV, oppure le prescrizioni per i circuiti PELV.

2.4.2.1 – Prescrizioni Comuni per i circuiti SELV e PELV

Condizioni di installazione dei circuiti

La parti attive dei circuiti SELV e PELV devono essere separate le une dalle altre, ed inoltre entrambe devono essere separate sia dai circuiti FELV che da circuiti a tensione più elevata mediante separazione di protezione.

La separazione di protezione deve essere realizzata in uno dei seguenti modi:

- mediante conduttori separati materialmente;
- con i conduttori dei circuiti SELV e PELV muniti, oltre che del loro isolamento principale, di una guaina isolante;
- con i conduttori dei circuiti a tensione diversa separati da uno schermo o da una guaina metallici messi a terra;

Circuiti a tensione diversa possono essere contenuti in uno stesso cavo multipolare o in uno stesso raggruppamento di cavi, a condizione che i conduttori dei circuiti SELV e PELV siano isolati, nell'insieme od individualmente, per la massima tensione presente.

Prese a Spina

Le prese a spina dei sistemi SELV e PELV devono soddisfare i seguenti requisiti:

- le spine non devono poter entrare nelle prese di altri sistemi elettrici, sistema FELV incluso;
- le prese non devono permettere l'introduzione di spine di altri sistemi elettrici;
- le prese e le spine dei circuiti SELV non devono avere un contatto per il collegamento del conduttore di protezione;
- le spine dei circuiti SELV non devono poter entrare nelle prese dei circuiti PELV;
- le spine dei circuiti PELV non devono poter entrare nelle prese dei circuiti SELV.

2.4.2.2 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti SELV

Le parti attive dei circuiti SELV non devono essere collegate a terra e neppure a parti attive od a conduttori di protezione che facciano parte di altri circuiti.

Le masse non devono essere intenzionalmente collegate:

- a terra;
- a conduttori di protezione od a masse di altri circuiti elettrici;
- a masse estranee, con la sola eccezione che il collegamento sia richiesto dalla natura dei componenti dell'impianto e purché tali masse estranee non

possano assumere tensioni superiori ai limiti della tensione nominale specificata in precedenza..

Se la tensione nominale supera 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V, in c.c. non ondulata, la protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata da:

- barriere od involucri aventi un grado di protezione non inferiore a IP 2X o IPXXB,

oppure

- un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

Se la tensione nominale non supera 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V, in c.c. non ondulata, la protezione contro i contatti diretti è generalmente assicurata, anche se può essere necessaria in caso di ambienti ed applicazioni particolari a causa di possibili influenze esterne.

2.4.2.3 – Prescrizioni particolari per i soli circuiti PELV

Nel caso in cui i circuiti siano collegati a terra e non venga espressamente richiesto dalla normativa l'utilizzo dei circuiti SELV, possono essere utilizzati i circuiti PELV.

La protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata da:

- barriere od involucri aventi un grado di protezione non inferiore a IP 2X o IPXXB;

oppure

- un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

In tal caso, la protezione contro i contatti diretti, risulta assicurata se il componente elettrico si trova all'interno di un edificio dove sia stato effettuato il collegamento equipotenziale principale e la tensione nominale non superi:

- 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V in c.c. non ondulata, se il componente elettrico è usualmente utilizzato solo in luoghi asciutti e non si prevedono contatti estesi di parti attive con il corpo umano;
- 6 V, valore efficace in c.a., oppure 15 V in c.c. non ondulata, in tutti gli altri casi.

2.4.2.4 – Circuiti FELV

I circuiti FELV possono essere usati, per assicurare la protezione contro i contatti diretti e indiretti, quando, per ragioni funzionali, si utilizza una tensione

inferiore a 50 V, valore efficace in c.a., od a 120 V in c.c. non ondulata, ma non vengono soddisfatte tutte le prescrizioni relative ai sistemi SELV e PELV, purchè gli stessi sistemi SELV o PELV non siano normativamente necessari.

Nei circuiti FELV la protezione contro i contatti diretti deve essere fornita da:

- barriere o involucri aventi un grado di protezione rispondente alla normativa;

oppure

- un isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario, o un isolamento rinforzato in grado di sopportare una tensione di prova di 1500 V, valore efficace in c.a., per 1 min.

Nei circuiti FELV la protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata:

- in un sistema dove sia applicata la misura di protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione e che alimenti il circuito FELV, collegando le masse del circuito FELV al conduttore di protezione del sistema primario;
- in un sistema dove sia applicata la misura di protezione mediante separazione elettrica, collegando le masse del circuito FELV al conduttore equipotenziale isolato non connesso a terra.

Le prese a spina per i circuiti FELV devono soddisfare i seguenti requisiti:

- le spine non possano essere inserite in prese alimentate con altri sistemi di tensione;
- nelle prese non possano essere inserite spine di altri sistemi di tensione.

2.4.3 – Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti è assicurata dalla interruzione automatica della alimentazione, come richiesto dalla normativa, quando, in caso di guasto, si possono avere effetti fisiologici dannosi in una persona a causa del valore e della durata della tensione di contatto.

L'impianto utilizza un modo di collegamento a terra TN-S, per cui tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione, devono essere collegate tutte allo stesso impianto di terra. Sulla base della pubblicazione IEC 479, la quale definisce i criteri con cui valutare la capacità che hanno le persone di sopportare la corrente senza che si manifestino effetti fisiologici pericolosi, sono stati determinati dei metodi convenzionali che permettono di valutare i tempi di intervento dei dispositivi di protezione, nei sistemi TN, in funzione della tensione nominale (vedi tabella 41A).

Tab. 41A **Tempi massimi di interruzione per sistemi TN**

U_0(V)	Tempo di interruzione (s)

120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Secondo le prescrizioni normative, le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si verifica un guasto di impedenza trascurabile in una qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione, oppure tra un conduttore di fase ed una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la condizione:

$$Z_S \cdot I_a \leq U_0 \qquad (1)$$

dove:

- Z_S è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente
- I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la I_a è la corrente differenziale $I_{\Delta n}$.
- U_0 tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase – terra) in Volt

La verifica della protezione dai contatti indiretti comporta, dunque, il soddisfacimento della condizione (1) con il valore di corrente determinato sulle curve di intervento tempo-corrente dei vari dispositivi di protezione, in corrispondenza del tempo individuato sulla tabella 41A della norma 64-8/4, conseguentemente al valore della tensione nominale tra fase e terra.

Per quelle partenze di alimentazione per le utenze che risultano protette, singolarmente o a gruppi, da interruttori differenziali assumeremo quale corrente di intervento del dispositivo di protezione, la corrente differenziale; nel caso di dispositivi regolabili, in via cautelativa ai fini della sicurezza, assumeremo il massimo valore di taratura del dispositivo stesso.

La verifica verrà condotta in termini di lunghezza, ovvero determinando dalla relazione (1), con la formula inversa, l'impedenza dell'anello di guasto limite che soddisfa tutte le condizioni; da tale impedenza di anello di guasto limite, essendo ovviamente note le resistenza e la reattanza unitaria del cavo nonché la sua sezione, si ricava la lunghezza limite del cavo al di sotto della quale la condizione (1) risulta soddisfatta; per verificare la relazione (1) risulta quindi sufficiente

verificare che la lunghezza del cavo in esame sia inferiore o uguale alla suddetta lunghezza limite calcolata.

Ricapitolando, la metodologia da seguire risulta pertanto la seguente:

- dalla tabella 41A della norma 64-8/4 si ricava in funzione della tensione nominale fase terra (tensione stellata) il tempo limite di intervento delle protezioni;
- sulle curve tempo-corrente dei dispositivi di protezione si ricava il valore di corrente che provoca l'intervento del dispositivo entro il tempo limite fissato al punto precedente; nel caso di dispositivi differenziali, tale valore diviene proprio il valore di corrente differenziale (se regolabili, massima corrente di taratura);
- dalla relazione inversa della (1) si ricava il valore massimo della impedenza di guasto ammissibile in considerazione dei valori di tensione e di corrente determinati;
- ricordando che il valore dell'impedenza di guasto è dato dalla serie della impedenza equivalente della sorgente di alimentazione (valore noto), della impedenza del conduttore di fase (dalla sorgente al punto di guasto) e della impedenza del conduttore di protezione (dal punto di guasto alla sorgente) ed osservando che di queste ultime due sono note le sezioni e quindi i parametri unitari, mentre l'unico parametro variabile risulta la lunghezza, si ricava la lunghezza del cavo corrispondente alla impedenza dell'anello di guasto calcolata: tale lunghezza del cavo risulta pertanto la massima lunghezza ammissibile rimanendo verificata la condizione (1);
- si verifica che la lunghezza del cavo di alimentazione della utenza sia inferiore od al limite uguale al valore di lunghezza precedentemente calcolato.

2.4.3.1 – Protezione dai contatti indiretti sotto UPS

La protezione dai contatti indiretti è assicurata da un interruttore differenziale nel funzionamento da rete e da generatore.

Quando il sistema funziona in isola con le batterie dell'UPS, non si applica la protezione dai contatti indiretti per separazione elettrica, perché il trasformatore dell'UPS non è in genere di isolamento e comunque le masse sono collegate a terra; questo collegamento a terra è necessario per fronteggiare il guasto a terra nell'alimentazione di rete.

Il sistema elettrico a valle del trasformatore è isolato da terra, e nel funzionamento in isola costituisce un piccolo sistema IT.

In questo contesto la corrente di primo guasto a terra è di natura capacitiva e data la limitata estensione del circuito è dell'ordine di pochi milliampere, quindi non introduce tensioni pericolose; un secondo guasto a terra costituisce per l'UPS un cortocircuito che provoca entro pochi secondi il distacco dell'inverter.

In considerazione della limitata estensione dei circuiti alimentati dall'UPS, tenuto conto del breve tempo per il quale l'UPS può funzionare in isola (di solito il tempo di avviare il generatore, se presente, e comunque inferiore alla due ore) e quindi della piccola probabilità che si verifichi un primo guasto a terra, risulta accettabile la non installazione di un dispositivo di segnalazione di primo guasto a terra.

2.5– PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI

2.5.1 – Protezione contro le correnti di sovraccarico

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito, prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circondante le condutture. Le caratteristiche di funzionamento di tali dispositivi devono rispondere alle seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad (2)$$
$$I_f \leq 1.45 \cdot I_z \qquad (3)$$

dove:

- I_b corrente di impiego del circuito
- I_z portata in regime permanente della conduttura. Per la determinazioni di tali portate si fa riferimento alla tabella CEI UNEL 35024-70. Inoltre si dovrà tener conto di un coefficiente K_{tot} che tiene conto dell'influenza delle differenti condizioni di installazione. La portata effettiva sarà data dal prodotto del valore indicato dalla tabella per K_{tot}, che si ottiene a sua volta moltiplicando i fattori correttivi K_1, K_2, dedotti dalle tabelle T1, T2, T3 e T4:
    - K_1 è il fattore di correzione da applicare se la temperatura ambiente è diversa da 30 °C (tab. T1)
    - K_2 è il fattore di correzione per i cavi installati in fascio o in strato (tab. T2) o per i cavi installati in strato su più supporti secondo le modalità

di posa CEI 64-8 (tab. T3 per cavi multipolari, tab. T4 per cavi unipolari)

- I_n corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_f corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite; secondo la norma CEI 23– 3 (EN 60947-2) si hanno:

❖ int.magnetotermici	curva B, C,D;Z	$\Rightarrow$	$I_f = 1.3\ I_n$
❖ fusibili	$In \leq 4$	$\Rightarrow$	$If = 2.1\ In$
	$4 < In < 16$	$\Rightarrow$	$If = 1.9\ In$
	$In \geq 16$	$\Rightarrow$	$If = 1.6\ In$

2.5.2 – Protezione contro le correnti di cortocircuito

Devono essere 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.

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti deve rispondere alle due seguenti 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 porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile;deve quindi essere soddisfatta:

$$(I^2t) \leq K^2S^2 \quad (4)$$

  dove:
  - ❖ t durata in secondi
  - ❖ S sezione in mmq.
  - ❖ I corrente effettiva di cortocircuito in A, espressa in valore efficace
  - ❖ K coefficiente che per i conduttori in rame vale:
    - 115 se isolati in PVC
    - 135 se isolati in gomma ordinaria o gomma butilica
    - 143 se isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato
- il potere di interruzione (P_{di}) non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta (I_{cc}) nel punto di installazione (è ammesso il coordinamento)

$$P_{di} \geqslant I_{cc} \quad (5)$$

La relazione (4) suddetta, deve essere verificata per ogni tipo di cortocircuito, tenendo conto della corrente minima e della corrente massima di cortocircuito, possibili in un circuito.

2.5.2.1 - Verifica alle correnti massime di cortocircuito

La massima corrente di cortocircuito presunta, si manifesta generalmente ai morsetti del dispositivo di protezione nel caso di guasto franco tra le fasi.

Verifichiamo la relazione (4) con il valore di I^2t calcolato al potere d'interruzione dell'interruttore stesso; tale assunzione è cautelativa ai fini della sicurezza, in quanto, da un lato, il valore massimo della corrente di cortocircuito è non superiore al potere di interruzione dell'interruttore e, dall'altro, dall'andamento della curva I^2t/I_{cc} risulta come la massima energia passante si ottenga in corrispondenza del massimo valore della corrente di cortocircuito; in definitiva il valore di energia passante in corrispondenza del valore del potere di interruzione dell'interruttore risulta il massimo possibile.

Il valore dell'I^2t è ricavato dalle curve caratteristiche di limitazione dell'energia specifica passante, per ciascuno dei dispositivi utilizzati; il tipo di dispositivi installati è descritto negli schemi unifilari.

Per i fusibili, questa verifica risulta superflua in quanto, una volta eseguita la verifica alla minima corrente di cortocircuito con le modalità riportate al paragrafo successivo, quest'ultima garantisce anche il soddisfacimento della verifica alle correnti massime di cortocircuito. Infatti, esaminando l'andamento delle curve caratteristiche I^2t/I_{cc} dei fusibili, si rileva come all'aumentare della corrente di cortocircuito (I_{cc}), diminuisca l'energia passante del dispositivo (I^2t); appare allora chiaro come il soddisfacimento della relazione (4) per la minima corrente di cortocircuito garantisca automaticamente il soddisfacimento della stessa relazione per la massima corrente di cortocircuito.

Per il calcolo dell'energia ammissibile del cavo K^2S^2 ricordiamo che, per i cavi in rame e isolati in PVC si ha K = 115, mentre per i cavi in rame e isolati in gomma etilpropilenica si ha K = 143.

2.5.2.2 – Verifica alle correnti minime di cortocircuito

Come corrente di cortocircuito minima, si considera quella corrispondente ad un cortocircuito che si produca tra fase e neutro, nel punto più lontano della conduttura protetta. Dato il differente comportamento dei dispositivi di protezione nei confronti del cortocircuito, il quale comporta un diverso andamento dell'energia

passante al variare della corrente, è opportuno distinguere i dispositivi magnetotermici dai fusibili

Esaminiamo dapprima i dispositivi magnetotermici.

La determinazione della minima corrente di cortocircuito presunta, può essere effettuata con la formula riportata di seguito, ammettendo le seguenti ipotesi:

- un aumento del 50 % della resistenza del circuito rispetto al valore a 20 °C, dovuto al riscaldamento dei conduttori causato dalla corrente di cortocircuito
- una riduzione all'80 % della tensione di alimentazione, per effetto della corrente di cortocircuito, rispetto alla tensione nominale di alimentazione.

Si ha quindi la condizione (6) :

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U}{1.5 \cdot \rho \frac{2 \cdot L}{S}}$$

dove:

- I_{cc} corrente di cortocircuito presunta (A)
- U tensione fase-neutro di alimentazione (V)
- ρ resistività del rame a 20 °C $\Rightarrow$ $\rho_{CU\ 20°}$ = 0.018 ($\Omega \cdot mm^2/m$)
- L lunghezza della conduttura protetta (m)
- S sezione del conduttore (mm^2)

Per condurre la verifica della relazione (4) nel caso della minima corrente di cortocircuito, assumiamo quale minima corrente di cortocircuito presunta il minimo valore della corrente di intervento magnetico; in altri termini, assumiamo che il valore della minima corrente di cortocircuito ricada all'interno della zona di sicuro intervento magnetico dell'interruttore. Questa assunzione, ci permette di condurre una verifica semplificata in termini di lunghezza.

Infatti, dall'andamento della curva I^2t/I_{cc}, si evince come, all'interno della zona di sicuro intervento magnetico dell'interruttore, la massima energia passante si ottenga in corrispondenza del massimo valore della corrente di cortocircuito; pertanto, la relazione (4), già verificata con successo per la massima corrente di cortocircuito, rimane soddisfatta anche per la minima corrente di cortocircuito, per la quale avremo un valore di energia passante inferiore al massimo, in conseguenza di quanto appena detto.

Utilizzando allora la relazione (6) con il suddetto minimo valore della corrente d'intervento magnetico dell'interruttore, possiamo calcolare, tramite la relativa formula inversa, la lunghezza massima protetta dal cortocircuito da ciascuno dei dispositivi, essendo nota la sezione della conduttura da proteggere.

La minima corrente di sicuro intervento magnetico è data dalla seguente

tabella, salvo diversa indicazione dei costruttori, i quali forniscono direttamente il valore della minima corrente di intervento magnetico.

I_m = corrente minima di sicuro intervento magnetico

Dispositivo di protezione	Curva	I_m
Magnetotermico	B	5 x I_n
Magnetotermico	C	10 x I_n
Magnetotermico	D	20 x I_n
Magnetotermico	K	14 x I_n
Magnetotermico	Z	3,6 x I_n
Salvamotore	FISSA	12 ÷ 16 x I_n

La verifica della relazione (4), per le minime correnti di cortocircuito, può essere così ricondotta semplicemente ad una verifica in termini di lunghezza; si ha pertanto la condizione:

$$L_{linea} < L_{max} \qquad (7)$$

dove:

- L_{linea} lunghezza della linea (m)
- L_{max} lunghezza massima protetta dal cortocircuito (m), calcolata tramite la (6)

La verifica della (7) comporta dunque, che la lunghezza della linea in esame risulti inferiore al valore della massima lunghezza protetta; di conseguenza la minima corrente di cortocircuito possibile, avrà una intensità maggiore del valore minimo che garantisce l'intervento magnetico del dispositivo di protezione e, contemporaneamente, avrà una intensità minore della corrente massima di cortocircuito, portando come conseguenza che la relazione (4) risulta verificata, anche per quanto riguarda le correnti minime di cortocircuito.

Nel caso in cui la verifica della relazione (7) non dia esito positivo, verificheremo direttamente la relazione (4), calcolando tramite la (6) la minima corrente di cortocircuito; con il valore determinato, si ricava, sulla curva I^2t/I_{cc} dell'interruttore, il valore dell'energia passante per condurre la verifica.

Per quanto riguarda i fusibili, abbiamo già anticipato come il valore massimo dell'energia passante si ha per il minimo valore della corrente di cortocircuito (cfr. par.9.2).

Verifichiamo allora la relazione (4), calcolando dapprima il suddetto valore minimo della corrente di cortocircuito e confrontando, quindi, il valore dell'energia ammissibile del cavo K^2S^2 con il valore dell'energia passante I^2t ricavato dalle curve

caratteristiche I^2t/I_{cc} di ciascun fusibile in corrispondenza della minima corrente di cortocircuito calcolata

2.5.2.3 - Verifica del potere di interruzione

Il potere di interruzione dei dispositivi di protezione dovrà essere superiore alle correnti di cortocircuito presunte nel punto di installazione dei dispositivi stessi (condizione (5)).

Pertanto gli interruttori da installare in ciascuno dei quadri dell'impianto, dovranno avere un potere di interruzione superiore al valore della corrente di cortocircuito presunta sul quadro di appartenenza.

Sarà possibile utilizzare interruttori con potere di interruzione inferiore ai valori della corrente presunta di cortocircuito, nel caso in cui si verifichino le due condizioni:

- tali interruttori sono a valle di interruttori con potere di interruzione adeguato;
- gli interruttori a monte esercitano una protezione di sostegno tale da "rinforzare" il potere di interruzione degli interruttori a valle; la protezione di sostegno dovrà comunque essere indicata dalle case costruttrici degli interruttori stessi.

2.5.3 – Verifica della Caduta di Tensione

Per un corretto impiego gli utilizzatori devono funzionare al valore della tensione nominale prevista dal costruttore; a tal fine è necessario verificare che le cadute di tensione ΔV siano contenute entro valori limite. Secondo le norme tali cadute di tensione non devono risultare superiori al 4 %.

Il valore di caduta di tensione della linea d'alimentazione trifase risulta

$$\Delta V = 1.732 \times I \times L \times (R\cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) \quad (8)$$

Il valore di caduta di tensione della linea di alimentazione monofase risulta

$$\Delta V = 2 \times I \times L \times (R\cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) \quad (8)$$

dove:

- I corrente nominale d'utilizzo (A)
- L lunghezza della linea (Km)
- φ angolo di sfasamento tra tensione e corrente
- R resistenza di linea (Ω)
- X reattanza di linea (Ω)

Il calcolo di verifica della caduta di tensione viene effettuato in questo modo:

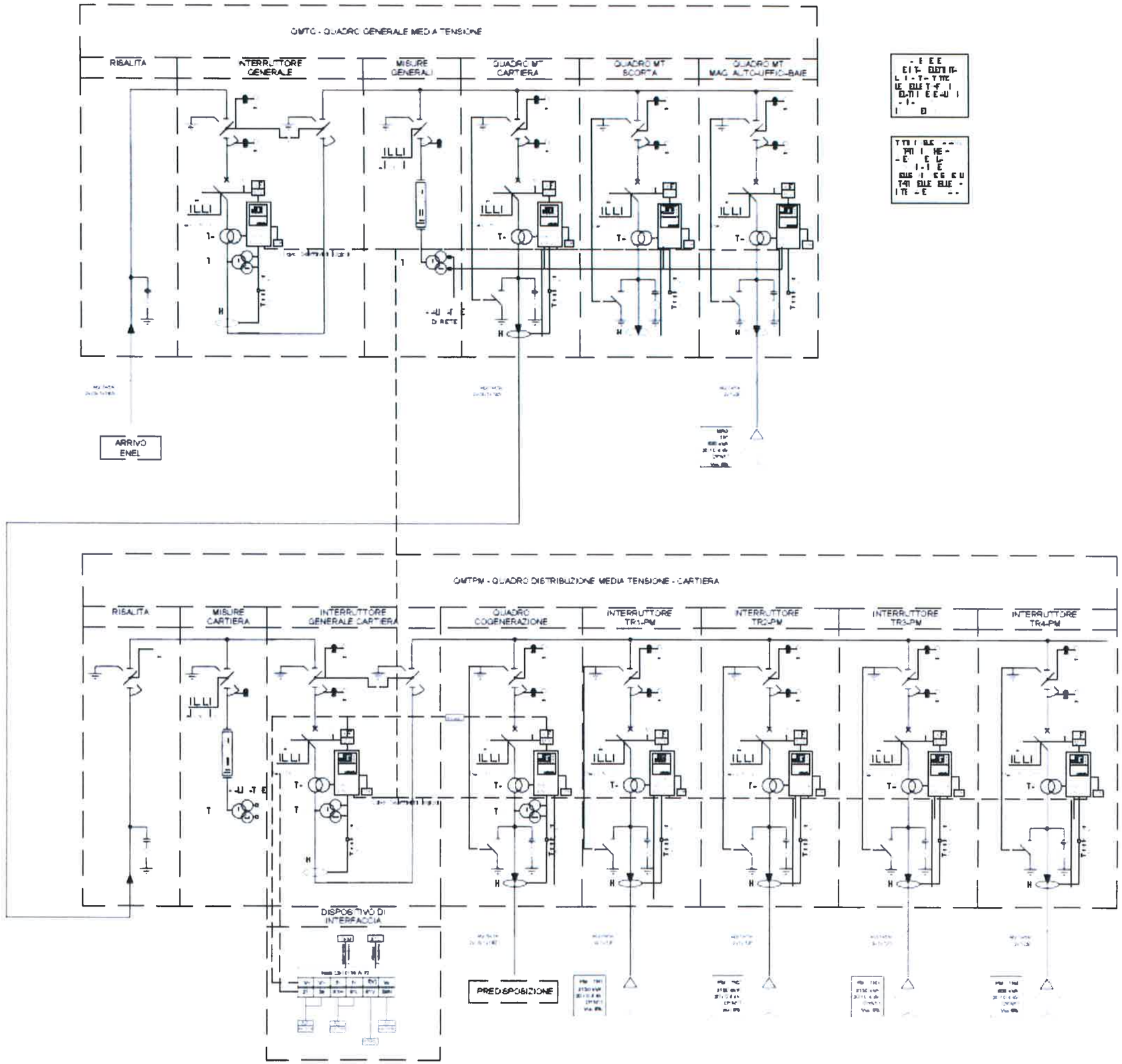
- per quanto riguarda le dorsali dell'impianto viene calcolata la caduta di tensione percentuale effettiva tramite la relazione (8) ;
- per quanto riguarda le linee verso le utenze da ciascun quadro, viene dapprima calcolata la caduta di tensione percentuale presente a monte del quadro stesso sommando le cadute percentuali risultanti delle dorsali precedenti, verificando quindi che per ciascuna utenza la caduta di tensione percentuale sia inferiore al complemento a quattro della caduta di tensione percentuale presente a monte ; la suddetta verifica viene effettuata mediante una formula inversa delle (8) dalla quale si ricava la lunghezza limite corrispondente alla caduta di tensione massima accettabile ricavata nel modo sopra descritto.

In tal modo su ogni linea vista nella sua interezza, da valle della sorgente di alimentazione all'utenza finale, viene rispettata la condizione posta dalla norma.

2.6 – CONCLUSIONE

Si precisa che l'obiettivo del presente progetto è quello di definire le caratteristiche principali degli impianti che verranno realizzati, in termini di soluzioni scelte e materiali utilizzati.

Si precisa inoltre che eventuali variazioni che dovessero essere effettuare in fase di esecuzione, dovranno essere concordate con il progettista, al fine di rendere conforme alle norme di sicurezza elettrica l'impianto realizzato

Il Progettista
Ing. Bruno Consolato

SCHEMA UNIFILARE