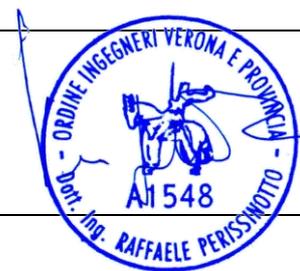


**SOC. AGR. PORCELLINO D'ORO
DI CASCONE LUIGI E C.
sede : Via Marzabotto 01
Nogara - Verona**

**“PROGETTO PER LA RISTRUTTURAZIONE CON RIPRISTINO
DELLA POTENZIALITÀ DI ALLEVAMENTO E CONTESTUALE
VARIANTE AL P.D.C. N. 20/010 DEL 15.02.2021
DEL CENTRO ZOOTECNICO UBICATO IN
VIA LIUZZI, 9 A CADELBOSCO DI SOPRA (RE)”**

**IMPIANTO ELETTRICO - STATO DI PROGETTO
Art. 1 :comma 1, comma 2 lettera a,
art. 5 e art.7, D.M. 22 Gennaio 2008 n° 37**

Redatto da: Ing. Raffaele Perissinotto
 Viale del Lavoro, 22/G
 San Martino B.A. – VR



Il Committente: Soc. agr. Porcellino d'oro
 di Cascone Luigi e C.
 sede : Via Marzabotto 01
 Nogara - Verona

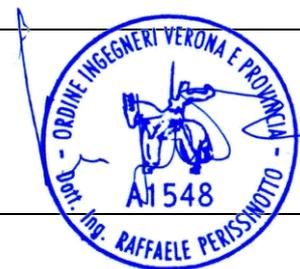
Rif.: 21-20 Data: giugno '22
Rev_01

**SOC. AGR. PORCELLINO D'ORO
DI CASCONE LUIGI E C.
sede : Via Marzabotto 01
Nogara - Verona**

**“PROGETTO PER LA RISTRUTTURAZIONE CON RIPRISTINO
DELLA POTENZIALITÀ DI ALLEVAMENTO E CONTESTUALE
VARIANTE AL P.D.C. N. 20/010 DEL 15.02.2021
DEL CENTRO ZOOTECNICO UBICATO IN
VIA LIUZZI, 9 A CADELBOSCO DI SOPRA (RE)”**

**ALLEGATO N° C 1B 1
IMPIANTO ELETTRICO - STATO DI PROGETTO
RELAZIONE TECNICA**

Redatto da: Ing. Raffaele Perissinotto
Viale del Lavoro, 22/G
San Martino B.A. – VR



Il Committente: Soc. agr. Porcellino d'oro
di Cascone Luigi e C.
sede : Via Marzabotto 01
Nogara - Verona

Rif.: 21-20
Rev_01

Data: giugno '22

1.0.0 DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'IMPIANTO

L'impianto in oggetto, ha origine da una fornitura in B.T. 400V/230V, 50 Hz tramite contatore di proprietà dell'Ente erogatore ubicato all'esterno dell'azienda agricola.

A valle del contatore dell'ente erogante, ad una distanza inferiore ai 3 metri (lunghezza massima del cavo) è presente il "quadro sottocontatore", all'interno del quale è presente l'interruttore generale dell'azienda agricola dotato di bobina di sgancio con pulsante collocato all'interno dell'azienda.

2.0.0 COMPOSIZIONE SOMMARIA DELL'AMBIENTE

L'ambiente in esame è costituito da una azienda agricola composta da 6 porcilai, due edifici adibiti rispettivamente a deposito-cucina e granaio, e da una abitazione per il custode.

3.0.0 CLASSIFICAZIONE DELL'AMBIENTE

In base alla destinazione ed alla modalità di esercizio degli ambienti, si procede alla loro classificazione in riferimento alle Norme.

Tale classificazione si rende necessaria al fine di definire le modalità di esecuzione degli impianti ambiente per ambiente.

L'ambiente viene classificato "ambiente particolare", e pertanto si rendono necessarie particolari prescrizioni per quanto riguarda la realizzazione degli impianti elettrici, in riferimento alla norma CEI 64-8 per impianti elettrici utilizzatori.

Principali riferimenti normativi:

- 705.411.1.3.7 dove si usano circuiti a bassissima tensione di sicurezza (SELV) qualunque sia la tensione nominale, si deve prevedere la protezione contro i contatti diretti a mezzi di:
 - barriere od involucri che presentino u grado di protezione almeno IPXXB oppure,
 - un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500V in c.a. per 1 minuto
- 705.412.5 i circuiti che alimentano prese a spina devono essere protetti mediante interruttori differenziali aventi corrente differenziale nominale $\leq 30\text{mA}$.
- 705.413.1 per l'applicazione della misura di protezione contro i contatti indiretti a mezzo di interruzione automatica dell'alimentazione, la tensione di contatto limite convenzionale è 25V in c.a. oppure 60V in c.c.
- 705.413.1.6 in un luogo destinato alla custodia di animali i collegamenti equipotenziali supplementari devono connettere tutte le masse e le masse estranee che possono essere toccate degli stessi animali, ed il conduttore di protezione dell'impianto.
- 705.42 per gli elementi scaldanti del tipo radiante si deve avere una distanza da animali o da materiali combustibili di almeno 0,5 metri.
- 705.422 per ragioni di protezione contro gli incendi deve essere installato un interruttore differenziale avente una corrente differenziale nominale non superiore a 0,5A. Gli apparecchi di riscaldamento utilizzati nei locali devono essere fissati per evitare qualunque rischio di scottatura con gli animali e di incendio.
- 705.482 negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio si devono applicare le prescrizioni previste in tali ambienti (sezione 751) . Inoltre particolare attenzione deve essere posta ai problemi legati all'evacuazione degli animali in caso di emergenza.
- 705.532.2 si raccomanda di proteggere i circuiti terminali mediante un interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale la più bassa possibile e comunque non superiore a 30mA.
- 705.537 i dispositivi di comando e emergenza compreso l'arresto di emergenza non devono essere installati in posizione accessibile agli animali.
- 705.55 quando recinzioni elettriche siano poste in prossimità di linee aeree si raccomanda di osservare distanze appropriate allo scopo di limitare correnti di induzione; nel caso di allevamenti su larga scala si raccomanda di prevedere sistemi di sopravvivenza degli stessi animali.

4.0.0 DATI ELETTRICI E DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Tensione:	400/230V a.c.
Frequenza:	50 Hz
Impianto di terra:	Presente lungo tutto il perimetro della struttura con picchetti dispersori
Caduta di tensione:	entro 4 %

4.1.0 Distribuzione

Dal quadro sottocontatore parte l'alimentazione al quadro generale. Da quest'ultimo si diramano le alimentazioni ai vari quadri delle stalle e alle varie utenze.

Le linee sono di tipo FG716R o FS17 con sezioni variabili a seconda dell'utilizzo.

4.2.0 Illuminazione

L'illuminazione è di tipo artificiale in tutti i locali, ottenuta con plafoniere stagne a tubo 1x36W per le stalle e proiettori nelle corsie delle porcilaie. All'interno del deposito mezzi / cucina e nel granaio saranno previste lampade tipo 3F CUB LED 100W CR SP. Nell'abitazione l'illuminazione è garantita da punti luce a parete e a soffitto.

4.3.0 Forza motrice

Per quanto riguarda la forza motrice, sono presenti blocchi prese CEE monofase e trifase all'esterno delle stalle, all'interno del deposito mezzi / cucina, nel granaio e nell'ufficio.

Negli uffici e nell'abitazione sono presenti prese bivalenti e prese unel.

4.4.0 Impianto di terra

L'impianto di terra è costituito da una corda nuda che collega i vari fabbricati aziendali.

Sono presenti più dispersori situati all'interno dell'azienda, posti in pozzetto ispezionabile. Le masse metalliche quali i silos sono collegati a terra.

4.5.0 Grado di protezione

Essendo classificato "ambiente particolare", si rendono necessarie particolari prescrizioni per quanto riguarda la realizzazione degli impianti elettrici in riferimento alla norma CEI 64-8 parte 7 sez. 705, e come descritto al paragrafo 3.0.0 del presente documento.

5.0 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI ACCIDENTALI

Quando una persona viene a contatto con una parte elettrica in tensione, si verifica la circolazione della corrente elettrica nel corpo umano. Tale circostanza costituisce il pericolo più comune ed a tutti noto connesso all'uso dell'energia elettrica.

Oltre agli infortuni elettrici, esistono una serie di guasti che possono compromettere la funzionalità delle apparecchiature, innescare incendi ed essere fonte di pericolo per l'integrità dei beni.

Oggetto di questo capitolo è l'analisi dei contatti accidentali e l'esame delle misure necessarie per porre in essere efficaci e razionali protezioni delle persone e dei beni.

5.1 Contatti diretti e indiretti

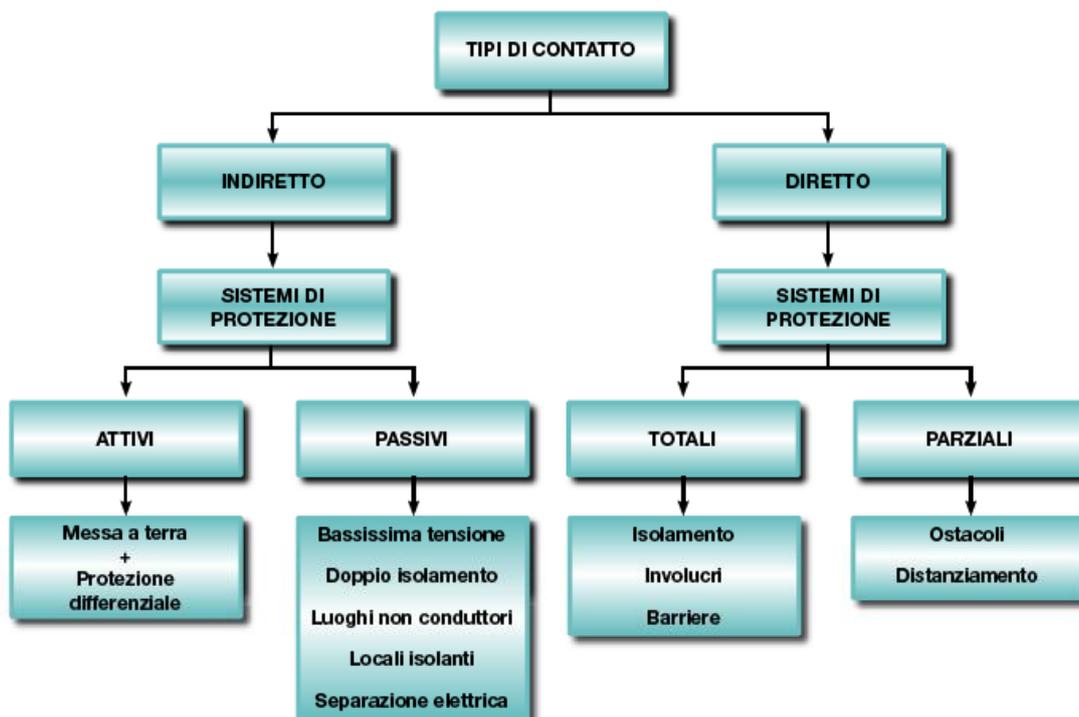
I contatti che una persona può avere con le parti in tensione sono concettualmente divisi in due categorie:

- contatti diretti
- contatti indiretti.

Si ha un contatto diretto quando una parte del corpo umano viene a contatto con una parte dell'impianto elettrico normalmente in tensione (conduttori, morsetti, ecc.).

Un contatto si dice invece indiretto quando una parte del corpo umano viene a contatto con una massa o con altra parte conduttrice, normalmente non in tensione, ma che accidentalmente si trova in tensione in seguito ad un guasto o all'usura dell'isolamento .

I metodi di protezione contro i contatti diretti e indiretti, esaminati analiticamente nei paragrafi successivi, possono essere riassunti nello schema sotto.



Classificazione dei contatti accidentali e dei sistemi di protezione

5.2 Messa a terra

La messa a terra degli impianti elettrici è il metodo più diffuso per la protezione contro i contatti indiretti. Tale metodo però, per essere realmente efficace deve essere coordinato con un relè differenziale affinché si possa realizzare, in caso di pericolo, l'interruzione automatica dell'alimentazione.

L'impianto di messa a terra serve pertanto a stabilire un contatto elettrico efficiente con il terreno, allo scopo di condurre a terra le correnti elettriche.

Nei sistemi **TT** la corrente, dovuta ad un guasto monofase a terra, interessa il terreno nella zona compresa tra i due impianti di messa a terra dell'utilizzatore e dell'Ente distributore (centro stella del secondario del trasformatore nella cabina MT/BT).

L'impedenza del circuito di guasto è normalmente elevata, mentre la corrente di guasto è piuttosto bassa, anche nel caso di un cortocircuito franco tra fase e massa. Le normali protezioni di sovracorrente non sono idonee ad eliminare rapidamente questo tipo di guasto. Infatti l'intervento può essere provocato o dallo sganciatore termico dopo un certo intervallo di tempo, o dallo sganciatore magnetico, se il guasto evolve in un cortocircuito tra le fasi.

Si possono pertanto verificare danneggiamenti importanti e principi d'incendio prima dell'eliminazione del guasto.

Nei sistemi **TN** la corrente di guasto a terra fluisce quasi interamente attraverso elementi conduttori e, di conseguenza, può raggiungere valori dello stesso ordine di grandezza di quello della corrente di cortocircuito fase-neutro.

Poiché tuttavia, i guasti a terra hanno origine con moderate correnti di dispersione prima di evolvere in cortocircuiti, si possono verificare danneggiamenti e principi d'incendio prima dell'eliminazione del guasto.

La protezione fornita dall'impianto di terra deve essere migliorata, sia nei sistemi TT che in quelli TN, mediante l'impiego di adeguati dispositivi di protezione contro i guasti verso terra.

Il principale di questi dispositivi è l'interruttore differenziale il cui principio di funzionamento è illustrato nel successivo paragrafo e che, soprattutto nei sistemi TT, è sempre bene che venga installato.

Per realizzare un corretto sistema di protezione contro i pericoli di folgorazione, l'art. 413.1.4.1 della Norma CEI 64-8 stabilisce per i sistemi **TT**, che sia verificata la seguente relazione:

$$R_t \times I_a < 50$$

dove:

R_A = la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;

I_A = la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere(1).

La relazione mostra chiaramente che la resistenza di terra deve avere un valore tale da ottenere sicuramente l'intervento dell'interruttore differenziale quando, a causa del guasto, la tensione totale di terra raggiunge i 50 V.

In tali condizioni le tensioni di contatto, provocate da una eventuale corrente di dispersione, superiori a 50 V (massima tensione ammessa per ambienti normali) fanno sicuramente intervenire l'interruttore.

Dalla relazione appare chiaro che se si realizza un corretto coordinamento tra dispositivi di protezione differenziali e impianto di terra, quest'ultimo può presentare resistenze di terra anche elevate, senza per questo venire meno alle prescrizioni di sicurezza imposte dalle norme tecniche, salvo i casi in cui la legge impone dei limiti ben definiti per il valore delle resistenze di terra.

Per i sistemi **TN** deve invece essere soddisfatta la seguente relazione (art. 413.1.3.3 della Norma CEI 64-8):

$$Z_s \times I_A < U_0$$

dove:

Z_s = l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;

I_A = la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro un tempo definito dalla Norma in funzione delle diverse situazioni impiantistiche(2);

U_0 = la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra.

L'esperienza dice che una corrente di 0,1÷0,2 A (se di durata sufficientemente lunga) in certi casi può essere sufficiente ad innescare un incendio. Correnti di guasto di tale entità possono avvenire in luoghi inaccessibili e nascosti alla vista delle persone, ad esempio per una carenza di isolamento verso terra. Un interruttore differenziale con corrente di intervento differenziale adeguata, è normalmente in grado di proteggere l'impianto anche contro tali pericoli.

- (1) Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, $I_{\Delta n}$ è la corrente nominale differenziale $I_{\Delta n}$.
- (2) Nei circuiti terminali che alimentano direttamente, o tramite prese a spina, apparecchi mobili, trasportabili o portatili, l'interruzione del circuito deve avvenire nei tempi massimi indicati dalla tabella sotto.

Tempi massimi di interruzione per i sistemi TN

U0 (V)	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Nel caso di alimentazioni di circuiti di distribuzione, il tempo di interruzione convenzionale massimo è fissato in 5 s. Infine, un tempo di interruzione superiore a quello richiesto dalla Tab. 5.1, ma non superiore a 5 s è ammesso anche per un circuito terminale che alimenti solo componenti elettrici fissi, a condizione che, se altri circuiti terminali che richiedono i tempi di interruzione indicati nella Tab. 5.1 sono collegati al quadro di distribuzione o al circuito di distribuzione che alimenta quel circuito terminale, sia soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- a) l'impedenza del conduttore di protezione tra il quadro di distribuzione ed il punto nel quale il conduttore di protezione è connesso al collegamento equipotenziale principale non sia superiore a $50/U_0 \cdot Z_s$
- b) esista un collegamento equipotenziale che collega localmente al quadro di distribuzione gli stessi tipi di masse estranee indicati per il collegamento equipotenziale principale e soddisfi le prescrizioni riguardanti il collegamento equipotenziale principale.

5.3 La protezione differenziale

L'interruttore differenziale è un dispositivo amperometrico di protezione che interviene quando l'impianto presenta una dispersione di corrente verso terra. Questo dispositivo, sensibile alla corrente omopolare, esegue in continuazione la somma vettoriale delle correnti di linea del sistema monofase o trifase e finché questa somma è uguale a zero, consente l'alimentazione elettrica dell'utenza; la interrompe invece rapidamente quando la risultante supera un valore prefissato secondo la sensibilità dell'apparecchio.

La protezione data dagli interruttori differenziali contro le tensioni di contatto e il pericolo di elettrocuzione è fondamentale in tutte le comuni applicazioni impiantistiche civili e industriali, tanto che con la Legge 46 del marzo 1990 l'inserimento dell'interruttore differenziale negli impianti è diventato oggetto di prescrizione legislativa al pari della messa a terra.

Inoltre il differenziale risulta indispensabile in particolari situazioni per le quali i fattori di rischio possono incrementarsi; in tal senso si ricordano alcuni dei più significativi impieghi specifici:

- protezione dei locali ad uso medico (Norma CEI 64-4), riguardante non solo i grandi complessi ospedalieri, le case di cura e gli ambulatori, ma anche i gabinetti medici e dentistici, i locali per trattamento idro e fisio-terapeutico, i complessi per cure termali, ecc.;
- protezione degli utenti e dei manutentori di ascensori e montacarichi;
- protezione dei cantieri edili;
- protezione dei locali di balneazione pubblici e privati (docce, bagni, piscine, saune);
- protezione degli utenti di apparecchi portatili non a doppio isolamento e di apparecchi da giardinaggio;
- protezione degli utenti di campeggi;
- protezione degli impianti di alimentazione situati sulle banchine di attracco delle imbarcazioni.

Tra i vantaggi derivanti dall'utilizzo degli interruttori differenziali non va infine dimenticata la protezione che tali apparecchi offrono contro gli incendi innescabili da modeste dispersioni a terra non rilevabili dagli interruttori automatici magnetotermici, ma sufficienti a provocare il disastro.

5.4 Protezione passiva

Quando la protezione contro i contatti indiretti viene attuata con sistemi che non prevedono l'interruzione automatica del circuito, si ha la protezione passiva. In questo caso si tende a limitare non il tempo di permanenza di un guasto, ma il valore della tensione alla quale il soggetto umano può essere sottoposto.

Sono sistemi di protezione passiva:

- bassissima tensione di sicurezza
- doppio isolamento
- luoghi non conduttori
- collegamento equipotenziale locale non connesso a terra
- separazione elettrica.

5.5 Bassissima tensione

Un sistema elettrico è a bassissima tensione se soddisfa le condizioni imposte dall'articolo 411.1.1 della Norma CEI 64-8; in particolare:

- 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 sorgente SELV o PELV;
- sono soddisfatte le condizioni di installazione specificatamente previste per questo tipo di circuiti elettrici.

SELV e PELV sono acronimi di:

- Safety Extra Low Voltage
- Protective Extra Low Voltage

e caratterizzano ciascuno specifici requisiti che devono possedere i sistemi a bassissima tensione.

La Norma precisa che la protezione mediante bassissima tensione (circuiti SELV e PELV) assicura sia la protezione contro i contatti diretti sia contro quelli indiretti.

Un circuito SELV ha le seguenti caratteristiche:

- 1) È alimentato da una sorgente autonoma o da una sorgente di sicurezza. Sono sorgenti autonome le pile, gli accumulatori, i gruppi elettrogeni. Sono considerate sorgenti di sicurezza le alimentazioni ottenute attraverso un trasformatore di sicurezza.

- 2) Non ha punti a terra. È vietato collegare a terra sia le masse sia le parti attive del circuito SELV.
- 3) Deve essere separato da altri sistemi elettrici. La separazione del sistema SELV da altri circuiti deve essere garantita per tutti i componenti; a tal fine i conduttori del circuito SELV o vengono posti in canaline separate o sono muniti di una guaina isolante supplementare.

Un circuito PELV possiede gli stessi requisiti di un sistema SELV ad eccezione del divieto di avere punti a terra; al contrario nei circuiti PELV almeno un punto è sempre collegato a terra.

La Norma CEI 64-8 prevede una terza tipologia circuitale per i sistemi di categoria zero: i circuiti FELV (Functional Extra Low Voltage).

Questi circuiti, realizzabili quando per ragioni funzionali non possono essere soddisfatte le prescrizioni dei circuiti SELV o PELV, richiedono, allo scopo di assicurare la protezione contro i contatti diretti e indiretti, che vengano soddisfatte le seguenti prescrizioni:

- Protezione contro i “contatti diretti”

Deve essere assicurata da:

– barriere o involucri con grado di protezione conforme a quanto richiesto dalla Norma CEI 64-8, art. 412.2;

oppure:

– un isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario. Se tale prova non viene superata, l'isolamento delle parti accessibili non conduttrici del componente elettrico, deve essere rinforzato durante l'installazione in modo che possa sopportare una tensione di prova di 1500 V c.a. per 60 s.

- Protezione contro i “contatti indiretti”

Deve essere assicurata:

– dal collegamento delle masse del circuito FELV al conduttore di protezione del circuito primario a condizione che quest'ultimo risponda a una delle misure di protezione contro i contatti diretti;

oppure:

– dal collegamento di una parte attiva del circuito FELV al conduttore di protezione del circuito primario, a condizione che sia applicata una misura di protezione mediante interruzione automatica del circuito primario stesso.

- Prese a spina

Le prese a spina del sistema FELV non devono potersi inserire in altre prese alimentate con altre tensioni e le spine di altri circuiti non devono inserirsi nelle prese del sistema FELV.

5.6 Doppio isolamento

Il doppio isolamento è ottenuto aggiungendo all'isolamento principale o fondamentale (il normale isolamento delle parti attive) un secondo isolamento chiamato supplementare.

È altresì ammesso dalle Norme la realizzazione di un unico isolamento purché le caratteristiche elettriche e meccaniche non siano inferiori a quelle realizzate con il doppio isolamento; in questo caso l'isolamento è chiamato isolamento rinforzato.

Il tipo di protezione offerto dal doppio isolamento consiste nel diminuire fortemente la probabilità di guasti perché, in caso di cedimento dell'isolamento principale, rimane la protezione dell'isolamento supplementare.

Un'apparecchiatura elettrica dotata di doppio isolamento o di isolamento rinforzato (Fig. 5/9) è classificata di classe II(9).

(9) Gli apparecchi elettrici vengono suddivisi dalle Norme CEI in quattro classi, in base al tipo di protezione offerta contro i contatti indiretti. In particolare:

Classe 0: apparecchio dotato di isolamento principale e sprovvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.

Classe I: apparecchio dotato di isolamento principale e provvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.

Classe II: apparecchio dotato di doppio isolamento o di isolamento rinforzato e sprovvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.

Classe III: apparecchio destinato ad essere alimentato a bassissima tensione di sicurezza. L'isolamento può essere ridotto e non deve essere in alcun modo collegato a terra o al conduttore di protezione di altri circuiti.

Fig. 5/9 a - Isolamento delle parti attive

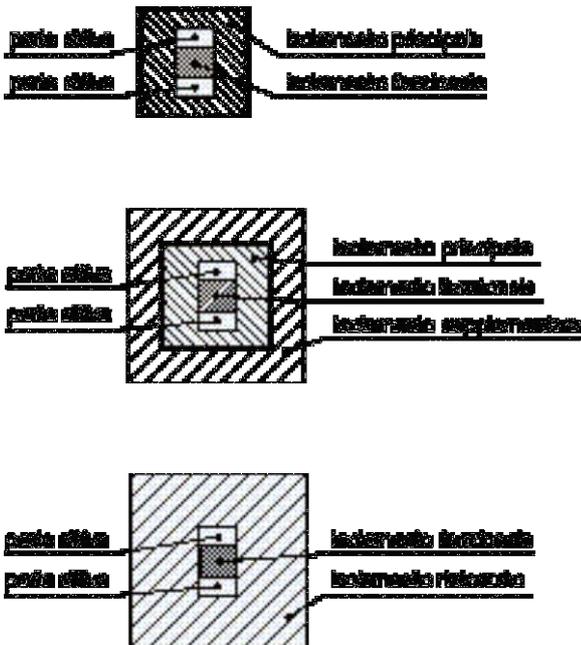
Fig. 5/9 b - Insieme dell'isolamento principale e dell'isolamento supplementare

Fig. 5/9 c - Unico isolamento al posto dei due isolamenti, principale e supplementare, che abbia proprietà elettriche e meccaniche tali da formare lo stesso grado di protezione del doppio isolamento

Isolamento principale

Doppio isolamento

Isolamento rinforzato



5.7 Protezione per mezzo di luoghi non conduttori

Questa misura di protezione viene applicata quando si vogliono evitare contatti simultanei con parti che possono trovarsi ad un potenziale diverso a causa di un cedimento dell'isolamento principale di parti attive. Essa però, per la sua particolarità, è praticamente inapplicabile negli edifici civili e similari, dove, di fatto, non esistono locali in grado di soddisfare le condizioni richieste per la sua applicazione, per le seguenti ragioni:

- presenza di un sempre maggior numero di masse estranee nei locali;
- possibili modifiche ai pavimenti che possono trasformare un locale da non conduttore a conduttore;
- presenza di prese a spina ed uso di cavi elettrici di prolunga che variano la distanza degli apparecchi utilizzatori, il che può renderli simultaneamente accessibili.

È ammesso l'uso di componenti elettrici di classe 0 o di classe I non collegati a terra, purché siano soddisfatte le seguenti condizioni (CEI 64-8/413.3.1 fini a 413.3.6):

1) le masse devono essere distanziate, tra loro e da masse estranee, almeno 2 m in orizzontale e 2,5 m in verticale affinché le persone non vengano in contatto simultaneamente con esse (queste distanze possono essere ridotte a 1,25 m al di fuori della zona a portata di mano), oppure:

- interposizione di ostacoli non collegati a terra o a massa, possibilmente isolati, tra masse e masse estranee, che consentano di tenere le distanze nei valori sopraindicati;
- isolamento delle masse estranee. L'isolamento deve avere una resistenza meccanica sufficiente e deve sopportare una tensione di prova di almeno 2000 V. Inoltre la corrente di dispersione verso terra non deve essere maggiore di 1A, in condizioni normali d'uso. Le condizioni di cui sopra sono riferite solo a componenti elettrici fissi ed è altresì vietato l'uso di prese a spina;

2) il luogo deve avere pavimenti e pareti isolanti. La misura della resistenza elettrica deve essere eseguita almeno tre volte nello stesso locale, delle quali una a circa 1 m da qualsiasi massa estranea accessibile posta nel locale e le altre due misure a distanza maggiore. La resistenza elettrica non deve essere inferiore a:

- 50 kV per tensioni di alimentazione < 500 V;
- 100 kV per tensioni di alimentazione > 500 V.

Se il valore riscontrato della resistenza risulta inferiore ai valori suddetti, i pavimenti e le pareti sono da considerarsi masse estranee (CEI 64-8/612.5).

5.7 Protezione per mezzo di collegamento equipotenziale locale non connesso a terra

Il collegamento equipotenziale locale non connesso a terra evita il manifestarsi di una tensione di contatto pericolosa.

Questo tipo di protezione non trova mai applicazione nei locali ad uso civile o similare, a causa della poca disponibilità di tali locali a soddisfare le prescrizioni richieste per la sua applicazione; prescrizioni che sono contenute negli articoli 413.4.1, 413.4.2 e 413.4.3 della Norma CEI 64-8 e che vengono nel seguito riassunte:

- I conduttori di collegamento equipotenziale devono collegare tra loro le masse e tutte le masse estranee simultaneamente accessibili.
- Il collegamento equipotenziale locale non deve essere collegato a terra né direttamente né tramite masse o masse estranee.

STUDIO TECNICO ING. RAFFAELE PERISSINOTTO

– Devono essere prese precauzioni affinché le persone che accedono in un luogo reso equipotenziale non vengano esposte ad una differenza di potenziale pericolosa, particolarmente nel caso di un pavimento conduttore isolato da terra collegato ad un collegamento equipotenziale non connesso a terra.

5.8 Protezione per separazione elettrica

Questo tipo di protezione evita correnti pericolose nel caso di contatto con masse che possono andare in tensione a causa di un guasto all'isolamento principale del circuito.

Le prescrizioni da rispettare affinché la protezione sia assicurata sono quelle indicate nella Norma CEI 64-8 (articoli da 413.5.1.1 fino a 413.5.1.6) ed anche da:

– quanto indicato, sempre dalla stessa Norma al punto 413.5.2, se il circuito separato alimenta un solo componente elettrico;

– quanto indicato al punto 413.5.3, se il circuito separato alimenta più di un componente elettrico.

Si raccomanda inoltre che il prodotto della tensione nominale, in volt, del circuito separato, per la lunghezza della conduttura elettrica in metri, non superi il valore di 100.000; la lunghezza della conduttura non deve però essere > 500 m.

5.9 Protezione contro i contatti diretti

Si attua la protezione contro i contatti diretti ponendo in essere tutte quelle misure e accorgimenti idonei a proteggere le persone dal contatto con le parti attive di un circuito elettrico.

La protezione può essere parziale o totale.

La scelta tra la protezione parziale o totale dipende dalle condizioni d'uso e d'esercizio dell'impianto (può essere parziale solo dove l'accessibilità ai locali è riservata a persone addestrate)(10).

La Norma CEI 64-8 prevede inoltre quale misura addizionale di protezione contro i contatti diretti l'impiego di dispositivi a corrente differenziale.

5.10 Misure di protezione totali

Sono destinate alla protezione di personale non addestrato e si ottengono mediante:

- isolamento delle parti attive

Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

– parti attive ricoperte completamente con isolamento che può essere rimosso solo a mezzo di distruzione;

– altri componenti elettrici devono essere provvisti di isolamento resistente alle azioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto nell'esercizio.

(10) Le Norme CEI danno la seguente definizione di persone addestrate:

Persona addestrata - Persona avente conoscenze tecniche o esperienza, o che ha ricevuto istruzioni specifiche sufficienti per permetterle di prevenire i pericoli dell'elettricità, in relazione a determinate operazioni condotte in condizioni specificate.

Nota: il termine addestrato è pertanto un attributo relativo:

– al tipo di operazione;

– al tipo di impianto sul quale, o in vicinanza del quale, si deve operare;

– alle condizioni ambientali contingenti e di supervisione da parte di personale più preparato.

5.11 Gradi di protezione degli involucri

Il grado di protezione di un involucro è indicato con il codice IP la cui struttura è la seguente (Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1)):

IP 2 3 C H

Lettere caratteristiche (Protezione internazionale)

Prima cifra caratteristica (cifra da 0 a 6, o lettera x)

Seconda cifra caratteristica (cifra da 0 a 8, o lettera x)

Lettera addizionale (opzionale) (lettere A, B, C, D)

Lettera supplementare (opzionale) (lettere H, M, S, W)

Note

- 1) Quando non sia richiesta una cifra caratteristica, quest'ultima deve essere sostituita dalla lettera "X" ("XX" se sono omesse entrambe le cifre).
- 2) Le lettere addizionali e/o supplementari possono essere omesse senza essere sostituite.
- 3) Nel caso di più lettere supplementari, si deve applicare l'ordine alfabetico.
- 4) Se un involucro fornisce diversi gradi di protezione per differenti sistemi di montaggio, il costruttore deve indicare nelle istruzioni i gradi di protezione corrispondenti ai differenti sistemi di montaggio.

1° CIFRA : PENETRAZIONE DEI SOLIDI		2° CIFRA : PENETRAZIONE DEI LIQUIDI			
0	Non protetto		0	Non protetto	
1	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 50mm di Ø		1	Protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua	
2	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 12mm di Ø		2	Protetto contro la caduta di gocce d'acqua con inclinazione max di 15°	
3	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 2,5mm di Ø		3	Protetto contro la pioggia con inclinazione max di 60°	
4	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 1mm di Ø		4	Protetto contro gli spruzzi d'acqua	
5	Protetto contro la polvere		5	Protetto contro i getti d'acqua con lanci da tutte le direzioni	
6	Totalmente protetto contro la polvere		6	Protetto contro le ondate	
LETTERA AGGIUNTIVA"			7	Protetto contro gli effetti dell'immersione	
A Protetto contro l'accesso con il dorso della mano			8	Protetto contro gli effetti dell'immersione prolungata	
B Protetto contro l'accesso con dito					
C Protetto contro l'accesso con un attrezzo					
D Protetto contro l'accesso con un filo					

1.5.6.3 Misure di protezioni parziali

Sono destinate a personale addestrato; si attuano mediante ostacoli o distanziamento.

Impediscono il contatto non intenzionale con le parti attive. Nella pratica sono misure applicate solo nelle officine elettriche.

Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- Ostacoli

Devono impedire:

- l'avvicinamento non intenzionale del corpo a parti attive;
- il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione nel funzionamento ordinario.

Gli ostacoli possono essere rimossi senza una chiave o un attrezzo speciale, ma devono essere fissati in modo da impedire la rimozione accidentale.

- Distanziamento

Il distanziamento delle parti simultaneamente accessibili deve essere tale che esse non risultino a portata di mano (Fig. 5/12).

La zona a portata di mano inizia dall'ostacolo (per es. parapetti o rete grigliata) che abbia un grado di protezione < IPXXB.

Fig. 5/12 - Parti ritenute "a portata di mano" secondo la Norma CEI 64-8

5.6.4 Misura di protezione aggiuntiva mediante interruttori differenziali

La protezione con interruttori differenziali con $I_{dn} < 30 \text{ mA}$, pur eliminando gran parte dei rischi dovuti ai contatti diretti, non è riconosciuta quale elemento unico di protezione completa e richiede l'abbinamento con una delle misure di protezione.

L'uso dell'interruttore differenziale da 30 mA permette per altro la protezione contro i contatti indiretti in condizioni di messa a terra incerte ed è sicuramente una protezione efficace contro i difetti di isolamento, origine di piccole correnti di fuga verso terra (rischio d'incendio).

A questo proposito vale la pena ricordare che non sempre le correnti di forte intensità sono responsabili di innesco d'incendio; spesso invece lo sono quelle di bassa intensità.

Gli incendi che hanno origine nei vari punti dell'impianto elettrico (quadri di distribuzione primaria e secondaria, cassette di distribuzione, motori, cavi ecc) sono dovuti, in buona parte dei casi, al cedimento dell'isolamento, per invecchiamento, per surriscaldamento o per sollecitazione meccanica delle parti isolanti, con il conseguente fluire di deboli correnti di dispersione verso massa o tra le fasi che, aumentando di intensità nel tempo, possono innescare "l'arco", sicura fonte termica per l'inizio di un incendio. Il guasto però non sempre si evolve in questo modo: a volte una "debole corrente di dispersione" è sufficiente ad innescare un focolaio di incendio se viene interessato un volume ridotto di materiale combustibile. Ad esempio, una corrente di 200 mA, alla tensione di fase di 220 V, sviluppa una potenza termica di 44 W che, paragonata a quella di circa 35 W della fiamma di un fiammifero, dà un'idea della possibilità di cui sopra.

L'esperienza dimostra che pericoli d'incendio possono presentarsi, in alcune condizioni, già quando la corrente oltrepassa i 70 mA a 220 V (15,5 W). Pertanto per un'efficace protezione contro l'incendio è necessario che il guasto venga eliminato al suo insorgere. Questo è possibile solo con l'impiego di dispositivi di protezione che intervengano in corrispondenza dei suddetti valori di corrente, ossia con gli interruttori differenziali.

6.0.0 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI

6.1.0 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 circostante le condutture.

6.2.0 Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione

Le caratteristiche di funzionamento di un dispositivo di protezione delle condutture contro i sovraccarichi devono rispondere alle seguenti condizioni:

- 1) $I_b < I_n < I_z$
- 2) $I_f < 1,45 I_z$

dove:

I_b = corrente di impiego del circuito;

I_z = portata in regime permanente della conduttura;

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione.

Nota - Per i dispositivi di protezione regolabili I_n è la corrente di regolazione scelta

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

STUDIO TECNICO ING. RAFFAELE PERISSINOTTO

Nota - Le condizioni sopracitate presuppongono che non si verifichino piccoli sovraccarichi di lunga durata
Nota - Se una condotta è composta da differenti giunzioni di sezione diversa, le condizioni 1) e 2) devono essere soddisfatte per la portata inferiore.

6.3.0 Caduta di tensione negli impianti utilizzatori

Si raccomanda che la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque apparecchio non sia superiore in pratica al 4% della tensione nominale dell'impianto.

Cadute di tensione più elevate possono essere ammesse per i motori durante i periodi di avviamento, o per altri componenti elettrici che richiedano assorbimenti di corrente più elevati, con la condizione che ci si assicuri che le variazioni di tensione rimangano entro i limiti indicati nelle relative Norme CEI.

La verifica della caduta di tensione viene effettuata tramite le seguenti formule:

- a) 220 Volt. $\Delta V_u\% = \sqrt{2} \times I \times (R \cos\varphi + X \sin\varphi) \times 100 / 220 \times L$
- b) 380 Volt $\Delta V_u\% = \sqrt{3} \times I \times (R \cos\varphi + X \sin\varphi) \times 100 / 380 \times L$

Dove R e X sono le caratteristiche del cavo in base alla sezione, ricavabili dalle tabelle UNEL.

6.4.0 Protezione contro le correnti di corto circuito

Ogni dispositivo di protezione contro i c.to c.ti deve rispondere alle due seguenti condizioni:

- Il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di c.to c.to presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo avente il necessario p.d.i. . In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia che essi lasciano passare non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle delle condutture protette da questi dispositivi. Le informazioni necessarie a realizzare questi tipi di protezione vanno ricercate nelle tabelle di filiazione fornite dai costruttori dei dispositivi di protezione.
- Tutte le correnti provocate da un c.to c.to 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 limite ammissibile.

Per i c.to c.ti di durata non superiore a 5 s, il tempo t necessario affinché una data corrente di c.to c.to porti i conduttori dalla temperatura massima ammissibile in servizio ordinario alla temperatura limite può essere calcolati, in prima approssimazione, con la formula:

$$\sqrt{t} = K \frac{S}{I}$$

dove:

- t = durata in secondi;
 S = sezione in mm²;
 I = corrente effettiva di c.to c.to in ampere, espressa in valore efficace;
 K = coefficiente che dipende dall'isolamento del cavo, vedi 434.3.2 delle CEI 64-8

La formula precedente è meglio rappresentata come segue:

$$I^2 \times t < K^2 \times S^2$$

dove:

- (I² x t) = è l'energia specifica passante lasciata passare dall'interruttore di protezione fornita dal costruttore;
 (K² x S²) = valore ammissibile dell'integrale di Joule sopportabile dal cavo.

Se la formula è verificata un cavo si considera protetto contro i c.to c.to ad inizio linea.

Nota: La verifica può essere effettuata anche graficamente tramite apposite curve fornite dai costruttori riferite ai dispositivi di protezione dei cavi.

6.5.0 Scelta dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti

La nuova Norma CEI 64-8 parte 5 articolo 533.3 fornisce le formule per le determinazioni della corrente minima di corto circuito per guasto franco tra fase e neutro (o tra fase e fase se il neutro non è distribuito), nel punto più lontano della condotta protetta, occorrente per la verifica delle tempestività di intervento dei dispositivi di protezione contro i corti circuiti.

a) $I_{ccmin} = \frac{0,8 \times U \times S}{1,5 \times r \times 2 \times L}$ quando il conduttore di neutro non è distribuito.

b) $I_{ccmin} = \frac{0,8 \times U_0 \times S}{1,5 \times \sigma \times (1+m) \times L}$ quando il conduttore di neutro è distribuito.

dove:

- U tensione concatenata di alimentazione (volt).
 U₀ tensione di fase di alimentazione (volt).
 σ resistività a 20° C del materiale dei conduttori (Ω x mm² /m).
 S è la sezione della condotta (mm²).
 L è la lunghezza della condotta (m).
 m rapporto tra la R neutro e la R fase (se i conduttori di neutro e di fase sono di uguale materiale m è uguale al

STUDIO TECNICO ING. RAFFAELE PERISSINOTTO

rapporto tra le sezioni di fase e neutro).

Iccmin corrente presunta di c.to c.to (A).

Le precedenti formule non tengono conto delle reattanze della conduttura, con un errore che diviene sensibile per i cavi di sezione superiore ai 95 mmq.

A tal proposito le Norme forniscono, in base alle sezioni della conduttura, dei coefficienti di correzione da applicare alla corrente di c.to c.t. ricavate dalle precedenti formule.

6.6.0 Verifica della selettività tra i dispositivi di protezione posti in cascata

Un apparecchio di protezione B si dice selettivo rispetto ad un apparecchio A, posto a monte, se in seguito ad un guasto a valle di B produce il corretto intervento di B e non produce l'intervento di A.

La selettività deve essere verificata in seguito a:

- un sovraccarico;
- un cortocircuito;
- un guasto a terra.

6.6.1 Per sovraccarico:

Per sovracorrenti che interessano gli sganciatori termici di entrambi gli interruttori (A-B) la selettività è certa se la zona di intervento tempo-corrente di A è completamente al di sopra della zona di B; oppure se il tempo di non intervento del dispositivo a monte A è superiore al tempo massimo di interruzione del dispositivo a valle per qualunque corrente di sovraccarico.

6.6.2 Per cortocircuito:

Si ha selettività amperometrica quando il rapporto tra la soglia di intervento istantaneo (I_m) della protezione a monte e quella della protezione a valle è sufficientemente grande da fare intervenire l'interruttore a valle e non quello a monte; oppure che l'energia specifica passante lasciata passare dalla protezione a valle sia per forma e quantità non adatta a provocare l'intervento della protezione posta a monte; ciò equivale a dire che la curva di energia specifica passante dell'interruttore a valle e la curva di energia di non intervento dell'interruttore a monte (caratteristiche I^2t) non devono intersecarsi in nessun punto.

6.6.3 Per guasto a terra:

Per assicurare la selettività tra due dispositivi differenziali in serie è necessario rispettare le seguenti due condizioni:

- la caratteristica di non funzionamento tempo-corrente del dispositivo posto a monte si deve trovare al di sopra rispetto a quella del dispositivo a valle;
- la corrente differenziale nominale del dispositivo posto a monte deve essere almeno tre volte maggiore rispetto a quella del dispositivo a valle.

7.0.0 VERIFICA DELLE SOVRATEMPERATURE INTERNE DELLE APPARECCHIATURE ASSIEMATE PER B.T.

STUDIO TECNICO ING. RAFFAELE PERISSINOTTO

La nuova norma CEI 17-13/1 (Norma Europea EN 60439.1) richiede che la costruzione di ciascun quadro elettrico venga eseguita facendo riferimento ad un quadro "prototipo", già sottoposto a tutte le "prove di tipo " previste dalla Norma stessa. La normativa vigente esige che i quadri elettrici di tipo AS (Apparecchiature costruite in serie) siano conformi al prototipo che e' stato sottoposto a tutte le prove di tipo previste, mentre quelli ANS (apparecchiature costruite non in serie) possano essere non completamente conformi al prototipo di riferimento, che deve comunque esistere ed essere un prototipo AS. Per i quadri ANS, la norma omette che alcune delle prove di tipo non vengano effettuate, perché le relative notazioni siano comunque verificate attraverso calcoli o altri metodi altrettanto validi.

La norma cita la pubblicazione CEI 17-43 quale metodo per la determinazione delle sovratemperature per le apparecchiature assemblate non di serie (ANS), la cui verifica va fatta per confronto con i risultati ottenuti durante le prove di tipo che l'apparecchiatura di serie (AS) di riferimento abbia superato.