



STUDIO D'INGEGNERIA
Ing. Erminio CINUS
Via Dante n.93
CAGLIARI (CA)
070 491776 - 070 491776
studing@tiscali.it

RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ELETTRICO E ILLUMINOTECNICO

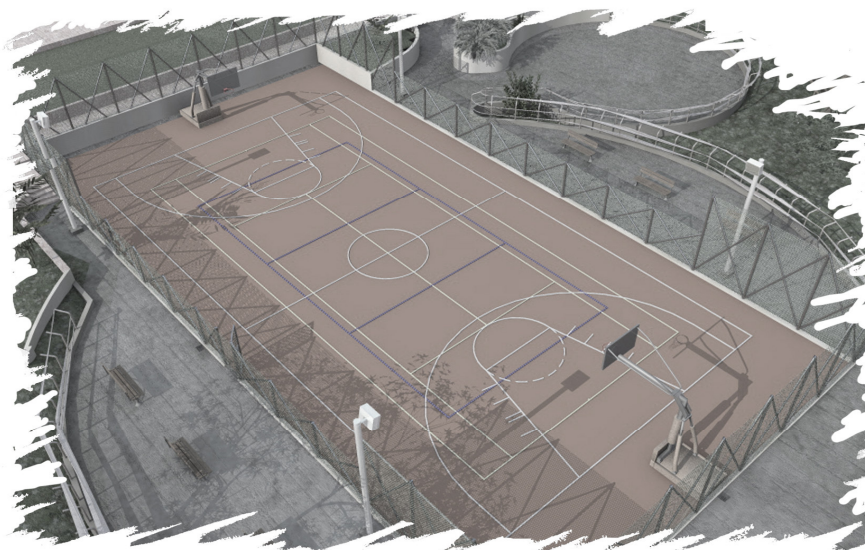


COMUNE DI VILLASALTO
(Provincia di Cagliari)



**PROGETTO PER LA RIQUALIFICAZIONE DELLA PISTA DI
PATTINAGGIO DA ADIBIRSI A CAMPO POLIFUNZIONALE**

PROGETTO ESECUTIVO



RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ELETTRICO E ILLUMINOTECNICO



INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. OGGETTO	9
4. FORNITURA ENERGIA ELETTRICA	10
5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	11
6. TIPOLOGIA DELL'AMBIENTE.....	12
7. CARATTERISTICHE GENERALI DEI COMPONENTI	14
CAVI.....	14
CANALI E TUBI PROTETTIVI.....	14
GIUNZIONI - CASSETTE DI DERIVAZIONE - MORSETTIERE DA PALO.....	15
INTERRUTTORI AUTOMATICI MAGNETOTERMICI - DIFFERENZIALI.....	15
QUADRI ELETTRICI	16
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	17
PALI	18
8. CALCOLO DEL CAVO E DELLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO IN BASSA TENSIONE.....	19
9. PROTEZIONE E SCELTE PER LA SICUREZZA	25
9.1. CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO.	25
9.1.1 SISTEMI A TENSIONE DIVERSA.....	25
9.1.2 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	25
9.1.3 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	26
10. IMPIANTO DI TERRA.....	29
11. MANUTENZIONE	30



1. PREMESSA

La progettazione, l'esecuzione ed il collaudo di un impianto elettrico, indipendentemente dalla sua destinazione d'uso, deve anzitutto mirare alla sicurezza degli utenti dell'impianto e all'autoprotezione dello stesso dai possibili danni connessi all'uso, oltre alla funzionalità necessaria (D.Lgs 81/08).

Il rispetto delle leggi attualmente vigenti (D.P.R. 547/55, Legge 186/68, D. Lgs. 81/08, D.P.R. 380/01) e del nuovo Decreto Ministeriale n. 37/2008 del 22 gennaio 2008, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici (G.U. n. 61 del 12 marzo 2008) ai sensi dell'articolo 3, comma 1, della legge n. 17 del 2007, in cui con l'entrata in vigore del presente regolamento sono abrogati:

- il regolamento di cui al D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447,
- gli articoli da 107 a 121 del testo unico di cui al D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380,
- la legge 5 marzo 1990, n. 46, ad eccezione degli articoli 8, 14 e 16, le cui sanzioni trovano applicazione in misura raddoppiata per le violazioni degli obblighi previsti dallo stesso regolamento;

prevedono l'installazione a regola d'arte sia degli apparecchi utilizzatori sia degli impianti in cui essi sono inseriti. In base a tali disposizioni legislative, inoltre, resta stabilito che le modalità di esecuzione a regola d'arte sono quelle prescritte dalla Norme CEI. Pertanto la progettazione dell'impianto in esame segue tali prescrizioni ed anzi, dove possibile, introduce criteri di sicurezza ulteriori alla luce dei numerosi ed opportuni aggiornamenti delle norme succitate (D.Lgs. n. 81/08).

Tutti i componenti elettrici utilizzati devono necessariamente possedere la marcatura CE che attesta la rispondenza alla relativa direttiva europea ma preferibilmente, devono essere muniti di marchio IMQ o di altro marchio di conformità di uno dei paesi della Comunità Economica Europea.

Si rammenta inoltre che alla conclusione dei lavori e prima della messa in servizio dell'impianto saranno da effettuare le verifiche generali sulle protezioni.

Infine, poiché la sicurezza degli utenti è assicurata dalla protezione differenziale coordinata con il collegamento all'impianto di terra delle masse e questa sicurezza deve essere mantenuta nel tempo, risulta indispensabile la verifica e la manutenzione periodica dell'impianto; di queste operazioni è opportuno che ne resti traccia attraverso un apposito registro.

L'impianto di terra deve essere denunciato all'ISPESL attraverso idonea documentazione.



2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti elettrici dovranno essere conformi alla normativa vigente, con particolare riferimento alle seguenti:

- Decreto Ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37, riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- Legge 11 febbraio 1994, n. 109: Legge quadro in materia di lavori pubblici, modificata ed integrata dalla Legge 18 novembre 1998 n. 415 e dall'Art. 7 della Legge 1 agosto 2002, n. 166 e dalla Legge 18 aprile 2005, n. 62;
- Decreto Ministeriale del 19 aprile 2000, n. 145: Capitolato Generale d'Appalto dei Lavori Pubblici;
- D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554: Regolamento di attuazione della Legge quadro in materia di lavori pubblici 109/1994 e successive modifiche;
- D. Lgs. 09 aprile 2008, n. 81: Testo unico della sicurezza;
- Decreto Ministeriale 16 febbraio 1982: Modificazioni del decreto ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi;
- Legge 791/77: attuazione della direttiva europea n°73/23/CEE - Direttiva Bassa Tensione;
- Decreto legislativo 25 novembre 1996 n. 626 e decreto legislativo 31 luglio 1977 n. 277, rispettivamente: Attuazione e modifica della direttiva 93/68 CEE - Marcatura CE del materiale elettrico;
- Decreto legislativo 12 novembre 1996 n. 615: Attuazione della direttiva europea 89/536 CEE - Compatibilità elettromagnetica;
- DM del 15 ottobre 1993 n. 519: Regolamento recante autorizzazione dell'Istituto superiore di prevenzione e sicurezza del lavoro a esercitare attività omologative di primo o nuovo impianto per la messa a terra e la protezione delle scariche atmosferiche;
- D.P.R. n° 462 del 22/10/2001: Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
- D.M. 8/3/85: direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzioni incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla legge 7 dicembre 1984, n.818;
- D.M. 10/3/98 Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
- D.M. 28/04/2005: Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi.



- Direttiva ATEX 99/92/CE: direttiva del 16 dicembre 1999 del parlamento europeo e del consiglio, relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive
- DLgs 233/03: Attuazione della direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive - Combustibile gassoso
- Legge 20 marzo 1865, n. 2248 (allegato F): Legge sulle opere pubbliche;
- Le prescrizioni del distributore di energia
- Le prescrizioni dei VVF locali
- Le prescrizioni TELECOM, ASST, ASL e ISPESL

Poiché i lavori riguardano interventi da eseguirsi sugli impianti di cui all'art. 1 del D.M. 37 del 22 gennaio 2008, una particolare attenzione dovrà essere riservata, dall'appaltatore, al pieno rispetto delle condizioni previste dalla legge medesima. Egli dovrà quindi:

- essere in possesso dei requisiti tecnico professionali previsti, riconosciuti ai sensi degli articoli 3 e 4 del Decreto medesimo per quanto attiene all'installazione, trasformazione e manutenzione degli impianti da eseguirsi;
- rispettare le disposizioni di cui all'art. 5 per quanto concerne l'iter previsto per la progettazione degli impianti;
- garantire l'utilizzazione di materiali costruiti a regola d'arte;
- presentare la dichiarazione di conformità o di collaudo degli impianti così come prescritto dall'articolo 7 del D.M. 37 del 22 gennaio 2008.

NORMATIVA TECNICA DI SETTORE

Regole tecniche, norme, guide e raccomandazioni

- D.M. 16/02/1982: Modificazioni del decreto ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi.
- Norma CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 20-40 (+V1 e V2): "Guida per l'uso di cavi a bassa tensione"
- C.E.I. 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- C.E.I. 11/-8 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra", con variante V1;
- EN 12464-1: Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places (Luce e Illuminazione - Illuminazione dei luoghi di lavoro - Parte 1: Luoghi di lavoro interni);



- Norma CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3), Valutazione dei rischi dovuti alla caduta di fulmini;
- CEI EN 60204-1 (CEI 44-5): Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine - Parte 1: Regole generali;
- CEI 23-48: Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI 23-49: Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile;
- CEI EN 62208 (CEI 17-87): Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali;
- CEI EN 60439/1: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- CEI EN 60439/3: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso;
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1): Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata;
- CEI EN 61009-1 (CEI 23-44): Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari - Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 61009-1 app. G (CEI 23-44): Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari - Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI EN 61008-1 (CEI 23-42): Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari - Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8): Limitatori di sovratensioni di bassa tensione - Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Prescrizioni e prove
- EN 61010-1 (CEI 66-5): Prescrizioni di sicurezza per apparecchi elettrici di misura, controllo e per utilizzo in laboratorio - Parte 1: Prescrizioni generali;
- EN 60051-1/2 (CEI 85-3): Strumenti di misura elettrici indicatori analogici ad azione diretta e relativi accessori - Parte 1: Definizioni e prescrizioni generali comuni a tutte le parti;
- CEI EN 60044-1 (CEI 38-1): Trasformatori di misura - Parte 1: Trasformatori di corrente;



- CEI EN 61008-1 (CEI 23-42): Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e simili - Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI EN 61543 (CEI 23-53): Interruttori differenziali (RCD) per usi domestici e simili - Compatibilità elettromagnetica;
- EN 61386-1 (CEI 23-39): Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali;
- EN 61386-22 (CEI 23-55): Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;
- Legge 05/11/71 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 02/02/74 n° 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- Decreto Ministeriale 09/01/96 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- CNR UNI 10011 "Costruzioni di acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";
- CNR UNI 10022 "Profilati formati a freddo: istruzioni per l'impiego nelle costruzioni";
- Decreto Ministeriale 16/01/96 "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- CNR UNI 10024 "Analisi di strutture mediante elaboratore";
- UNI EN 10025 "Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali";
- UNI EN 40 "Pali per illuminazione";
- CEI 11-4 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne";
- D.M. 16/01/96 "Condizione di ventosità";
- UNI 10819 "Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso;
- DM 18/03/96: Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio di impianti sportivi.

Prescrizioni riguardanti i circuiti

CEI 16-4	"Individuazione dei conduttori tramite colori o codici numerici",
CEI 11-17:	"Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"
CEI 20-27 (+V1):	"Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione"
CEI-UNEL 35011 (+V1):	"Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione"
CEI-UNEL 35012:	"Contrassegni e classificazione dei cavi in relazione al fuoco"
CEI-UNEL 00722:	"Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U ₀ /U non superiori a 0.6/1 kV"



STUDIO D'INGEGNERIA
Ing. Erminio CINUS
Via Dante n.93
CAGLIARI (CA)
070 491776 - 070 491776
studing@tiscali.it

- CEI-UNEL 35024/1 (+ Ec): "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria" (per pose fisse) (CEI 64-8 Art. 523.1.3)
- CEI-UNEL 35024/2: "Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria"
- CEI-UNEL 35026: "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.

Per quanto concerne gli argomenti non trattati, o particolari non specificati, si prescrive che in conformità a quanto sopra descritto i materiali adottati e l'esecuzione dei lavori corrispondano alle norme CEI o europee di pari valore ed abbiano dimensioni unificate secondo le tabelle UNEL e DIN in vigore.



3. OGGETTO

La presente relazione e' inerente alla stesura del progetto, secondo la normativa vigente, per la realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione esterna del Campo Sportivo Polivalente del Comune di Villasalto (CA).

La relazione tecnica e' parte integrante del progetto quale base per una corretta interpretazione degli elaborati grafici, degli schemi unifilari e dei calcoli progettuali.

Per inquadrare l'attivita' a livello Normativo generale per la bassa tensione, s'individua la Norma CEI 64/8 (Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua).

Per il tipo di ambiente e per l'attivita' da svolgere l'impianto elettrico deve essere progettato da un professionista, iscritto all'albo professionale ai sensi del D.M. 37/2008 del 22 gennaio 2008 che ha recentemente sostituito la Legge 46/90.

Con il presente progetto si intendono raggiungere i seguenti obbiettivi:

1. Realizzazione quadro elettrico di comando, controllo e protezione del campo sportivo, compresa messa a terra;
2. Realizzazione di linea elettrica di alimentazione dei centri luminosi del campo sportivo, comprendente scavo e successivo reinterro, sottofondo di sabbia, pozzetti rompi tratta, cavidotto, e cavi FG7R/0,6-1 KV da (2x4) mmq.;
3. Realizzazione di centri luminosi, comprendenti plinto di fondazione, palo in acciaio zincato, morsettiera da palo e proiettori.

Prima della progettazione vera e propria dell'impianto elettrico si e' proceduto ad un attento esame della struttura e delle apparecchiature da installare, acquisendo dal Proprietario tutte le informazioni indispensabili alla progettazione. Quest'opera di "acquisizione dati" e' stata eseguita al fine di operare scelte progettuali mirate a raggiungere i due obbiettivi principali: un elevato grado di sicurezza ed un elevato livello di funzionalità.

L'obbiettivo "sicurezza", che e' indubbiamente di assoluta e primaria importanza, si e' concretizzato nella scelta di apparecchiature e componenti d'impianto atti a garantire la massima tutela delle persone. L'obbiettivo "funzionalità" e' stato ottenuto adottando soluzioni impiantistiche che consentissero la più elevata continuità di esercizio degli impianti, senza limitare in alcun modo il grado di sicurezza. E' ovvio che una siffatta realizzazione si traduce anche in una migliore gestione degli interventi di manutenzione, sia ordinaria che straordinaria.

La struttura, data la sua vastita' e complessita', e' riscontrabile dalle tavole allegate.



STUDIO D'INGEGNERIA
Ing. Erminio CINUS
Via Dante n.93
CAGLIARI (CA)
070 491776 - 070 491776
studing@tiscali.it

4. FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA

Per quel che riguarda l'alimentazione, la fornitura di energia elettrica avverrà mediante l'allaccio del Quadro Elettrico Generale (Q.E.G.) al Punto di Consegna dell'Ente Erogatore dell'Energia Elettrica. Le caratteristiche del sistema di distribuzione dell'impianto in oggetto saranno le seguenti:

- | | |
|---|-----------------------|
| ▪ Sistema di distribuzione: | TN-S |
| ▪ Potenza necessaria derivante dai calcoli: | 6,4 KW |
| ▪ Tensione di alimentazione: | 400/230 V c.a. (3F+N) |
| ▪ Frequenza: | 50 Hz.; |
| ▪ Stato del neutro: | distribuito; |
| ▪ Corrente nominale presunta di c.to c.to per un secondo: | 10 kA |
| ▪ C.d.t. ammissibili: | 4% max; |



5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto elettrico di progetto ha origine dal quadro Elettrico Generale derivato dal Punto di Consegna dell'Ente Erogatore dell'Energia Elettrica., come indicato dagli elaborati progettuali.

Nel quadro elettrico generale di B.T. e' comunque gia' predisposto un dispositivo di protezione generale (interruttore magnetotermico da 4x20A), come riportato nello schema unifilare.

Dal suddetto dispositivo verranno derivato n. 4 interruttori differenziali magnetotermici da 2x10 A – Id = 0,03 A per la protezione delle linee in partenza per i centri luminosi.

Il quadro elettrico generale e' stato concepito per effettuare una distribuzione costituita da piu' linee indipendenti con dispositivi di comando e protezione dedicati.

Questa soluzione prevede una spesa iniziale maggiore, per il numero elevato di apparecchi di protezione e rispettivi cavi, ma consente un adeguato frazionamento dell'impianto con evidente vantaggio per quanto riguarda la continuita' di servizio e un minor tempo di localizzazione di eventuali guasti.

Il quadro elettrico e' protetto dalle sovratensione mediante l'installazione di apposito scaricatore.

All'interruttore generale e' stato collegato uno sganciatore che consente di togliere tensione all'impianto attraverso la rottura del vetro dell'apposito pulsante di emergenza posto all'esterno del quadro generale.

Il pulsante di emergenza e' in posizione di normale chiuso e la rottura del vetro in caso di emergenza provoca l'intervento istantaneo della bobina di sgancio consentendo di togliere tensione a tutto l'impianto dedicato.

Da ogni singolo interruttore a valle del generale parte una linea da 2x4 mmq., che raggiunge il centro luminoso dedicato per l'alimentazione dei proiettori.

Per quanto riguarda l'illuminazione del campo sportivo si prevede l'installazione di n. 4 centri luminosi con un'altezza fuori terra di m. 10 completi ognuno n. 4 proiettori asimmetrici con lampada a ioduri metallici da 400 W.

Per quel che riguarda la distribuzione delle linee si e' provveduto:

- con tubazioni pesanti flessibili a doppia parete interrate.



6. TIPOLOGIA DELL'AMBIENTE

In base alla tipologia dei diversi ambienti sono state previste particolari prescrizioni installative.

Per gli ambienti ORDINARI, si sono seguite le prescrizioni generali, previste dalla norma CEI 64-8 e della 64-50, per gli impianti elettrici in ambienti civili.

Per il locali SPECIALI si sono invece rispettate le prescrizioni dettate dalla norma 64-8 sezione 7 (luoghi a maggior rischio in caso d'incendio).

Gli impianti elettrici, con i loro componenti, a parte altre conseguenze derivanti da una loro eventuale scarsa affidabilità e funzionalità, possono costituire un elemento diretto di innesco degli incendi, oppure, soprattutto tramite le condutture, un veicolo di propagazione di incendi originatisi anche negli ambienti in cui sono installati:

- sovraccarico di cavi con conseguente cedimento del loro isolante;
- archi e surriscaldamento in punti localizzati;
- cortocircuiti tra parti attive e tra queste e la terra;
- accumulo di cariche elettrostatiche;
- sovratensioni (sostanzialmente di origine atmosferica).

I criteri di esecuzione degli impianti elettrici negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio sono i seguenti:

- i componenti elettrici devono essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare;
- nel sistema di vie d'uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili (i condensatori ausiliari incorporati in apparecchi non sono soggetti a questa prescrizione);
- negli ambienti nei quali e' consentito l'accesso e la presenza di personale non qualificato, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri con chiave o attrezzo;
- tutti i componenti elettrici devono rispettare la sezione 422 CEI 64-8, sia in funzionamento ordinario dell'impianto, sia in situazione di guasto dell'impianto stesso, tenuto conto dei dispositivi di protezione. Inoltre i componenti elettrici applicati in vista (a parete o a soffitto) per i quali non esistono le Norme relative, devono essere in materiale resistente alle prove previste nella tabella riportata nel Commento della sezione su indicata, assumendo per la prova al filo incandescente 850° C anziche' 550°C;
- gli apparecchi di illuminazione devono inoltre essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili, ed in particolare per i faretti e i piccoli 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 condutture elettriche che attraversano le vie di uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non essere a portata di mano; comunque, se a portata di mano, devono essere posti in involucri o dietro barriere che non creino intralci al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione;
- i conduttori di circuiti in c.a. devono essere posti in modo da evitare pericolosi riscaldamento delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi unipolari;
- le condutture, comprese quelle che transitano soltanto, devono essere realizzate in uno dei modi indicati qui di seguito:
 - condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili;
 - condutture realizzate mediante cavi in tubi protettivi e canali metallici, con grado di protezione almeno IP 4X; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi o canali se idonei allo scopo;
 - condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione sprovvisi all'esterno di guaina non metallica;
 - condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico;
 - condutture diverse da quelle precedenti realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione;
- i circuiti terminali che entrano o attraversano gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio devono essere protetti contro i sovraccarichi e i cortocircuiti con dispositivi di protezione posti a monte di questi ambienti. Devono essere inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:
 - i circuiti terminali, se non racchiusi in involucri con grado di protezione almeno IP 4X e ad eccezione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore, devono essere protetti o con il dispositivo differenziale avente $I_{dn} \leq 0,5$ A anche ad intervento ritardato oppure 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 le condutture multipolari la propagazione dell'incendio lungo le stesse deve essere evitata utilizzando cavi non propaganti l'incendio se installati all'interno di tubi o canali con grado di protezione IP 4X;
 - devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio. Le barriere tagliafiamma devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parere in cui sono installate.



7. CARATTERISTICHE GENERALI DEI COMPONENTI

Nel presente progetto sono stati previsti componenti elettrici aventi le seguenti caratteristiche tecnico-funzionali¹:

CAVI:

I cavi per energia utilizzati nei sistemi di prima categoria devono avere tensione nominale U_o/U non inferiore a 450/750 V.

Si sono quindi previsti:

- cavi unipolari con guaina, flessibili del tipo **non propagante l'incendio** (FG7(O)R);
- cavi unipolari, flessibili del tipo **non propagante l'incendio** (N07V-K);

I conduttori dei cavi devono essere in rame.

La scelta dei colori per l'isolante e' quella prescritta dalle tabelle CEI-UNEL 00722:

- azzurro per i cavi di neutro;
- giallo-verde per i conduttori di protezione;
- marrone, grigio, nero, od altri colori, preferibilmente scuri, per la fase;
- rosso per la bassissima tensione.

Tutti i cavi devono essere installati in modo da non sottoporre a sforzi di trazione le connessioni ai morsetti di raccordo.

Tutti i conduttori, compresi quelli di terra, di protezione ed equipotenziali, devono essere infilati entro tubazioni/canalizzazioni e devono risultare sempre sfilabili.

Le sezioni dei conduttori di fase, calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinche' la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto), sono state scelte fra quelle unificate e in nessun caso sono stati superati i valori delle portate di corrente ammesse dalle tabelle CEI-UNEL.

La sezione minima ammessa per i conduttori e' pari a 1,5 mmq. con isolamento 450/750 V.

La sezione dei conduttori neutri e dei conduttori di protezione può essere inferiore alla sezione dei corrispondenti conduttori di fase, qualora si utilizzino cavi aventi sezione superiore a 25 mmq..

Sp. < 25 mmq.	=>	S(PE) = SP
Sp. > 35 mmq.	=>	S(PE) = SP/2

CANALI E TUBI PROTETTIVI

Si prevede l'installazione in tubazione pesante flessibile a doppia parete interrata.

¹ Si rende noto al committente che dal 1° Gennaio 1997, tutte le apparecchiature e i componenti elettrici utilizzati in bassa tensione dovranno essere dotati di marcatura CE.



Il diametro interno dei tubi protettivi deve essere almeno uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 10 mm.².

Tale prescrizione non è applicata alle condutture di comando e segnalazione.

Il tubo protettivo deve essere costruito in conformità alle norme CEI, in particolare deve avere resistenza 750N contro lo schiacciamento ed una resistenza alla prova d'infiammabilità con filo incandescente di 650° - 850° C.

Il diametro interno minimo sarà di:

- 50 mm. per la distribuzione secondaria;
- 63 mm. ecc. per la distribuzione principale.

Non sono ammessi nelle tubazioni, raccordi a gomito con angolo minore di 90°, come pure è vietato collocare le tubazioni a intimo contatto con tubazioni idriche, per riscaldamento, gas, ecc..

GIUNZIONI - CASSETTE DI DERIVAZIONE - MORSETTIERE DA PALO

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite in opportune morsettiere da palo.

La morsettiera da incasso palo, dovrà essere adeguata per feritoia 45 x 186 mm, per cavi di sezione fino a 16 mmq.

Il contenitore e morsettiera saranno in resina autoestinguente, isolamento in classe II secondo CEI EN 60439-1, con morsetti in ottone, grado di protezione coperchio IP43 ed ingresso cavi IP23 secondo norma CEI EN 60529, tensione nominale 450 V, con 1 portafusibile sezionabile per fusibile cilindrico 8,5 x 31,5 tensione 380 V portata 20 A.

Le connessioni dei conduttori devono essere eseguite all'interno delle morsettiere succitate. A questo proposito è doveroso far notare che nelle connessioni non si devono lasciare parti conduttrici scoperte.

Le morsettiere devono assicurare un'adeguata resistenza meccanica alle sollecitazioni che possono prodursi sia durante la posa, sia durante l'esercizio.

Le connessioni (giunzioni o derivazioni) devono unire i cavi dalle stesse caratteristiche e dello stesso colore e devono essere accessibili per manutenzione, ispezioni e prove.

INTERRUTTORI AUTOMATICI MAGNETOTERMICI - DIFFERENZIALI

Per le protezioni da sovraccarico e corto-circuito, gli interruttori automatici e le relative condutture sono stati dimensionati secondo le condizioni dettate dalle norme CEI:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

I_B = corrente di impiego del circuito

I_N = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_Z = portata del conduttore

² CEI 64-8/5 art. 522.8.1.2.1.



$$I_F \leq 1,45 I_Z$$

I_F = corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

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

$I^2 \cdot t$ = energia lasciata passare dall'interruttore durante il corto-circuito

$K^2 S^2$ = energia tollerata dal cavo durante il corto circuito

$$P.d.i. \geq I_{cc}$$

P.d.i. = potere d'interruzione del dispositivo di protezione

I_{cc} = massima corrente di corto-circuito presunta.

Per tutto l'impianto si e' prevista una selettività di tipo amperometrico che consente una migliore continuità di servizio e una più repentina individuazione del guasto.

Per la protezione dai contatti indiretti si e' prevista la connessione con l'impianto di terra, descritto nel cap. 10, e avente resistenza adeguata, opportunamente coordinato con interruttori differenziali di sensibilità varia.

In considerazione del valore di resistività presunto del terreno e della presenza di un efficiente impianto di dispersione si può ritenere certamente assicurato un valore di tensione di contatto ampiamente inferiore a 50 V (valore previsto dalle norme), per tutto l'impianto.

QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici sono da considerarsi dei componenti dell'impianto e pertanto dovranno soddisfare prescrizioni di carattere normativo (norme CEI 17-13 e s.m.i.), costruttivo e tecnico tali da garantire:

- una resistenza alle sollecitazioni meccaniche, elettriche e termiche, nonché agli effetti dell'umidità che possono verificarsi in servizio normale;
- una disposizione degli apparecchi e dei circuiti tale da assicurare il loro corretto funzionamento e facilitare la manutenzione;
- un grado di protezione contro il contatto diretto e l'ingresso dei corpi estranei non inferiore a IP 20 per le superfici verticali e IP 40 per le superfici orizzontali.

Il quadro destinato alla protezione delle linee di distribuzione dovrà essere realizzato con carpenteria in materiale isolante modulare componibile a totale isolamento ed avere portelli incernierati ed apribili con chiave o attrezzo; un ulteriore portello interno incernierato, apribile solo mediante uso di attrezzo, dovrà proteggere le parti in tensione lasciando fuoriuscire solo la parte dell'interruttore destinata alla manovra.

Il materiale impiegato per la costruzione del quadro dovrà garantire la totale autoestinguenza, e, in caso d'incendio, la non emissione di gas tossici e la limitata emissione di fumi opachi. Il quadro dovrà prevedere differenti scomparti ciascuno predisposto per una specifica funzione (porta strumenti, vano morsettiere, vano barrature, vano interruttori ecc.) e ciascuno ampliabile a più moduli base per adattarsi alle esigenze di apparecchiature di tagli differenti.



I conduttori in uscita dagli interruttori dovranno avere un numero di identificazione che dovrà essere riportato anche sui corrispondenti morsetti e sugli schemi forniti a corredo del quadro.

La morsetteria d'ingresso ed i morsetti dell'interruttore generale, dovranno essere dotati di schermo IP4X.

Le connessioni all'interno del quadro dovranno aver luogo mediante sovrapposizione di superfici preventivamente stagnate ed il collegamento dovrà essere realizzato mediante morsetti a compressione. I conduttori di collegamento tra barrette collettrici preforate a valle dell'interruttore generale e gli interruttori derivati e fra questi e le morsetterie dovranno avere le seguenti sezioni:

- 6 mmq per interruttori con portata sino a 25 A;
- un calibro sopra a quello della linea in uscita corrispondente per quelli superiori.

Particolare cura dovrà essere osservata nell'esatta ripartizione del carico su tutte le fasi.

Tutte le apparecchiature dovranno essere dotate di targhette per l'identificazione delle utenze; la dicitura riportata sulla targhetta dovrà corrispondere a quella riportata sullo schema del quadro.

Qualora esistano sullo stesso quadro tensioni differenti o apparecchiature che, pur avendo le stesse tensioni, appartengono a sistemi differenti, queste dovranno risultare completamente segregate e separate dalle altre ed alloggiate entro scomparti a loro uso esclusivo privi di comunicazione con i restanti scomparti (vedasi utenze sotto UPS); i percorsi dei conduttori di sistemi differenti dovranno essere effettuati con canaline o tubazioni in metallo con grado di protezione non inferiore a IP44.

Gli strumenti di misura dovranno essere tutti in classe 0,5.

Le lampade spia devono essere del tipo a led.

Il quadro dovrà avere all'esterno su una delle pareti accessibili una targa metallica pantografata indicante:

- nome del costruttore;
- data di costruzione;
- numero di identificazione/matricola e grado di protezione;
- tensione di impiego;
- corrente di corto circuito presunta.

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione sarà eseguito con proiettori asimmetrici con lampade a ioduri metallici da 400 W.

L'illuminamento medio, derivante dai calcoli allegati alla presente relazione, per i locali più rilevanti è il seguente:



LOCALI	LUX MEDI
1. Campo sportivo;	325 circa

I suddetti calcoli rientrano nei parametri forniti dalla normativa.

Tutti i materiali impiegati dovranno essere dotati di marchio IMQ e di tutte le certificazioni previste dalle norme.

PALI

I Pali saranno troncoconici a sezione circolare, di azienda certificata ISO9001, ottenuti mediante formatura a freddo di lamiera in acciaio S235JR EN 10025 e successiva saldatura longitudinale esterna eseguita con procedimento automatico (arco sommerso) omologato dal R.I.N.A. e dall I.I.S. (Istituto Italiano della Saldatura).

I pali, predisposti per l'ancoraggio al basamento mediante infissione nel blocco di fondazione, saranno completi delle 3 lavorazioni standard alla base per il collegamento elettrico a norma, asola entrata cavi, attacco messa a terra, asola per morsettiera.

Traverse porta proiettori

Le Traverse porta proiettori saranno costruite utilizzando profilati cavi rettangoli UNI 7813, predisposte per il fissaggio a testa palo mediante innesto a bicchiere e fissaggio con viti.

I profili utilizzati sono in acciaio di qualità S235JR.

La zincatura sarà ottenuta mediante immersione in vasche di zinco fuso.

Lo spessore dello strato di zinco sarà conforme alle normative UNI EN 40 parte 4.



8. CALCOLO DELLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO IN BASSA TENSIONE

8.1 GENERALITA'

Il corto circuito si verifica quando due punti di un circuito elettrico, fra i quali esiste una differenza di potenziale, vengono in contatto. Il corto circuito è l'evento in grado di originare le maggiori sollecitazioni di tipo termico e dinamico e di conseguenza deve essere interrotto nel più breve tempo possibile.

Le sollecitazioni termiche dipendono dall'energia sviluppata dalla corrente di corto circuito nell'elemento considerato e determinano, oltre ad una riduzione di vita dei materiali isolanti, vari fenomeni dannosi quali rammollimento dei materiali termoplastici, fragilità dei materiali termoindurenti, fusione di saldature dolci, ecc..

Le sollecitazioni dinamiche dipendono prevalentemente dal valore di cresta della prima onda di corrente e in maniera minore dalle successive; esse sottopongono i conduttori a forze di repulsione e attrazione.

Per scegliere in modo appropriato le apparecchiature di protezione si deve determinare correttamente l'entità delle correnti di corto circuito nei vari punti dell'impianto e nelle condizioni più sfavorevoli di guasto. Tale analisi va effettuata per le situazioni estreme, corrispondenti rispettivamente al calcolo della corrente di corto circuito massima nel punto di origine di ogni conduttura e quella minima al suo termine (in corrispondenza dei morsetti di collegamento al successivo elemento della rete o dei morsetti di collegamento al carico).

La corrente di corto circuito massima in un sistema trifase si ha per corto circuito trifase nel punto di origine della conduttura, la sua conoscenza è indispensabile per stabilire il potere di interruzione del dispositivo di protezione.

La corrente di corto circuito minima si ha per guasto fase-fase o fase-neutro (se il neutro è distribuito) o per guasto fase-massa nel punto della conduttura più lontano dall'origine: la sua conoscenza è richiesta per la verifica del corretto intervento delle protezioni in corrispondenza di tali valori di corrente.

A riguardo della corrente di corto circuito minima si rammenta che la Norma 64-8 si limita a considerare il caso di guasto franco, cioè con impedenza del guasto trascurabile: ciò è giustificato dall'esigenza normativa di considerare situazioni ben individuabili.

Quando si verificano guasti non franchi (ad esempio in presenza di arco elettrico o per guasti che interessano parte degli avvolgimenti di macchine elettriche) la corrente di corto circuito può essere inferiore a quella precedentemente citata, ma non è possibile determinarne a priori il valore essendo sconosciuta l'impedenza di guasto.

L'andamento della corrente di corto circuito negli istanti immediatamente successivi al corto circuito è costituito dalla sommatoria di due termini:

- una componente simmetrica ad andamento sinusoidale che rappresenta la condizione di funzionamento a regime;



- una componente unidirezionale transitoria il cui andamento dipende dal fattore di potenza del circuito e dall'istante in cui avviene il guasto.

Ai fini della protezione dai corto circuiti in bassa tensione non si deve tenere conto del valore di picco della corrente di corto circuito (cioè dell'andamento transitorio) perché il potere di interruzione degli interruttori sono basati sulla componente simmetrica.

Poiché il potere nominale d'interruzione su corto circuito, in corrente alternata, è espresso dal valore efficace della corrente alternata della corrente di corto circuito presunta d'interruzione, è stata determinata solo la componente simmetrica della corrente di guasto, trascurando quella unidirezionale.

8.2 DETERMINAZIONE CORRENTI DI GUASTO

La determinazione della corrente di corto circuito in un punto qualunque del sistema TN (sistema con propria cabina di trasformazione) si ottiene calcolando l'impedenza complessiva della rete a monte del punto considerato, ossia la somma delle impedenze dei vari elementi del circuito.

La conoscenza delle correnti di cortocircuito in un impianto elettrico è necessaria per i seguenti scopi:

- determinare i poteri di interruzione e di chiusura degli interruttori da installare;
- verificare la tenuta elettrodinamica dei punti critici dell'impianto (es. supporti sbarre);
- verificare la tenuta termica dei cavi;
- determinare la regolazione dei relé di protezione.

In un impianto elettrico di bassa tensione il guasto trifase è quello che dà luogo nella maggior parte dei casi ai valori più elevati della corrente di cortocircuito.

Il calcolo delle correnti di cortocircuito si basa sul principio che la corrente di guasto è uguale a quella attribuibile ad un generatore equivalente, la cui forza elettromotrice uguaglia la tensione nominale della rete nel punto di guasto, che alimenti un circuito avente un'impedenza unica equivalente a tutte le impedenze della rete a monte, comprese tra i generatori ed il punto di guasto considerato.

8.2.1 Impedenza della rete media tensione

Tiene conto della rete di alimentazione a monte del trasformatore. Si è considerata la potenza di corto circuito Acc a monte del trasformatore MT/BT della cabina. L'impedenza si è considerata prevalentemente reattiva senza commettere errori apprezzabili.

In un impianto con consegna in media tensione la capacità della rete a monte di contribuire al cortocircuito, funzione dell'impedenza della rete stessa, è espressa mediante la potenza di cortocircuito SCC (MVA) o la corrente di cortocircuito; questi dati devono essere forniti dall'ente distributore.

L'impedenza equivalente della rete a monte è data dalla seguente espressione:



$$Z_{MBT} = \frac{V_{BT}^2}{S_{CC}} \cdot 10^{-8} [m\Omega]$$

Il fattore di potenza in cortocircuito della rete a monte ($\cos \varphi_{CC}$) può variare tra 0.15 e 0.2, da cui si ricavano i valori di R_{MBT} e X_{MBT} .

8.2.2 Impedenza del trasformatore

Come dati di input sono stati considerati la potenza nominale del trasformatore, la tensione di corto circuito e le perdite nel rame.

Mediante questi valori si è ricavata l'impedenza del trasformatore.

L'impedenza del trasformatore è ricavabile dai seguenti dati di targa:

- P_{cu} [kW]: sono le perdite nel rame a pieno carico, alla temperatura normale di funzionamento del trasformatore (ad esempio 75°C per il trasformatore in olio);
- $u_{cc}\%$: tensione di cortocircuito percentuale alla temperatura normale di funzionamento del trasformatore;
- S_n [kVA]: potenza nominale del trasformatore.

A partire da questi dati si ricavano i seguenti valori:

$$R = \frac{P_{cu} \cdot U}{S_n^2} \cdot [m\Omega]$$

$$Z = \frac{V_{cc\%} \cdot U^2}{100 \cdot S_n}$$

$$X = \sqrt{Z^2 - R^2} \cdot [m\Omega]$$

dove U [V] è la tensione nominale del trasformatore, P_{cu} e S_n sono espressi rispettivamente in kW e in kVA. Il valore di R è calcolato alla temperatura nominale di funzionamento del trasformatore.

8.2.3 Impedenza della linea

Il valore della resistenza e della reattanza dei cavi dipende dalla loro sezione. Il valore totale dell'impedenza della linea (dal secondario del trasformatore fino al punto di guasto) è dato dalla sommatoria vettoriale delle impedenze di tutti i singoli tratti della linea.

Le reattanze dei cavi dipendono principalmente dalla distanza tra i conduttori; un valore più preciso può essere ottenuto dal costruttore. Valori tipici sono:

- cavo tripolare: $X = 0.08 \text{ m}\Omega/\text{m}$;
- cavo unipolare: $X = 0.10 \div 0.20 \text{ m}\Omega/\text{m}$ a seconda della distanza tra i conduttori;
- collegamenti in sbarre: $X_3 = 0,15 \text{ L}$.

La resistenza è data dalla formula

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} [m\Omega]$$

L = lunghezza [m]



S = sezione [mm²]

r = resistività = 18 (Cu), 27 (Al) mΩ × mm²/m

In presenza di più conduttori in parallelo per fase, occorre dividere la resistenza e la reattanza di un conduttore per il numero di conduttori. I valori di resistenza e reattanza dei condotti sbarre sono forniti dai costruttori nella loro documentazione tecnica.

8.2.4 Metodo di calcolo

I valori della corrente di corto circuito trifase vengono calcolati dividendo la tensione di fase dell'impianto per la sommatoria di tutte le impedenze precedentemente citate.

Per determinare la corrente di corto circuito fase-neutro, si deve anche considerare l'impedenza del neutro in quanto anche tale conduttore viene ovviamente attraversato dalla corrente di guasto: essa è pari alla somma vettoriale delle impedenze del neutro nei singoli tratti di linea. La corrente di corto circuito fase-neutro viene calcolata dividendo la tensione di fase per la somma vettoriale delle impedenze di fase e neutro.

Guasto trifase

La corrente di cortocircuito trifase è generalmente il valore massimo che si può avere sugli impianti in caso di alimentazione tramite trasformatore.

Tale corrente si determina nel modo seguente.

$$I_{cc3F} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{Mt} + R_{Tr} + R_{Fase})^2 + (X_{Mt} + X_{Tr} + X_{Fase})^2}}$$

I valori di resistenza e di reattanza comprendono tutti i componenti dal punto di alimentazione, trasformatore MT/BT, fino al punto di guasto. I valori di resistenza dei cavi sono relativi ad una temperatura di 20°C (condizione di cortocircuito alla messa in servizio dell'impianto). Il fattore di tensione previsto dalla norma CEI 11-25, per tenere conto delle variazioni (+5%) a cui può essere soggetta la tensione di esercizio dell'impianto in bassa tensione, è c = 1,05.

Guasto bifase

La corrente di cortocircuito dovuta ad un guasto tra due fasi si determina a partire dal valore di corrente di cortocircuito trifase nel modo seguente.

$$I_{cc2F} = \frac{c \cdot U}{2 \cdot \sqrt{(R_{Mt} + R_{Tr} + R_{Fase})^2 + (X_{Mt} + X_{Tr} + X_{Fase})^2}} = 0,866 \cdot I_{cc3F}$$

In prossimità del trasformatore la soglia di intervento di corto ritardo delle protezioni deve essere tarata al di sotto della corrente di cortocircuito bifase che può essere inferiore alla corrente di guasto verso terra e di guasto fase neutro.



Guasto fase-neutro

In caso di guasto monofase la corrente può essere valutata, in qualunque punto dell'impianto, nel seguente modo.

$$I_{ccFN} = \frac{C \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{MT} + R_{Tr} + R_{Fase} + R_{neutro})^2 + (X_{MT} + X_{Tr} + X_{Fase} + X_{neutro})^2}}$$

I valori di resistenza e di reattanza dell'anello di guasto comprendono tutti i componenti dal punto di alimentazione (trasformatore MT/BT) fino al punto di guasto. Nel caso si debba determinare la corrente massima per la scelta dell'interruttore e per la verifica di tenuta del cavo al cortocircuito, i valori di resistenza devono essere riportati a 20°C e il fattore di tensione deve essere pari a 1,05. Questa relazione può essere utilizzata anche per valutare la corrente di cortocircuito minima a fondo linea quando richiesto dalla norma (vedi pagina 76).

In tale, caso per tenere conto dell'incremento della resistenza dei cavi durante il guasto, si maggiore il valore delle resistenze con un fattore pari a 1,5 (norma CEI 64-8). La norma CEI 11-25 indica il fattore di tensione pari a 0,95 previsto per tenere conto della variazione di tensione (-5%) a cui può essere soggetta la tensione di esercizio dell'impianto.

Guasto fase-terra

Per guasto a terra tra fase e PE, la corrente può essere valutata, in qualunque punto dell'impianto, nel seguente modo:

$$I_{ccFPF} = \frac{C \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{MT} + R_{Tr} + R_{Fase} + R_{PE})^2 + (X_{MT} + X_{Tr} + X_{Fase} + X_{PE})^2}}$$

Anche in questo caso i valori di resistenza e di reattanza dell'anello di guasto comprendono tutti i componenti dal punto di alimentazione (trasformatore MT/BT) fino al punto di guasto. Questo valore di corrente serve per regolare correttamente le protezioni in modo che intervengano nei tempi previsti secondo il sistema di neutro attuato. Durante il guasto la temperatura del conduttore aumenta a causa della corrente di guasto. Per tenere conto dell'incremento della resistenza dei cavi si maggiore il valore, determinato a 20°C, con un fattore pari a 1,5 e si applica il fattore di tensione $c = 0,95$ per tenere conto della variazione (-5%) a cui è soggetta la tensione di esercizio dell'impianto. Per la valutazione della corrente di guasto verso terra mediante il metodo semplificato indicato dalla norma CEI 64-8 e al fine di verificare l'intervento della protezione, si rimanda a pag 382.



8.2.5 Valori di corto circuito calcolati

Al fine di interpretare correttamente i valori di corrente calcolati, e' necessario tenere presente che i valori di I_{cc} massima (trifase, F-N, F-PE) all'inizio e alla fine di ogni linea sono calcolati nelle condizioni che originano i piu' elevati valori di corrente di corto circuito.

Pertanto se la linea sede del guasto e' costituita da cavi in parallelo per conduttori di fase, neutro e PE, si considerano nel calcolo guasti che coinvolgono tutti i conduttori (situazione a cui corrisponde l'impedenza di guasto minima e di conseguenza la corrente di guasto massima).

I valori di I_{cc} minima (F-N e F-PE) all'inizio e alla fine della linea sono invece calcolati nelle condizioni che originano i piu' bassi valori di corrente di corto circuito.



9. PROTEZIONI E SCELTE PER LA SICUREZZA

9.1 Caratteristiche elettriche dell'impianto

9.1.1 Sistemi a tensione diversa

Per i circuiti a bassissima tensione di sicurezza si utilizzeranno cavi e condutture distinti dagli altri circuiti o utilizzando gli stessi conduttori ma isolando gli stessi per la massima tensione presente; le linee di alimentazione dei circuiti SELV anche se da o per trasformatori di sicurezza, dovranno essere muniti del conduttore di protezione, comunque le masse dei circuiti SELV non saranno collegate all'impianto di terra.

9.1.2 Misure di protezione contro i contatti diretti

Nel presente progetto è stata considerata la protezione contro i contatti diretti che consiste nella misura intesa a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti attive; si intendono "parti attive" quelle in tensione nel servizio ordinario (compreso il conduttore neutro dell' impianto). Si sono adottate le seguenti misure di protezione:

Protezione mediante isolamento.

La protezione contro i contatti diretti sarà totale, le parti attive saranno completamente protette con un isolamento che dovrà essere rimosso soltanto mediante distruzione. L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica dovrà soddisfare le relative Norme. Per gli altri componenti elettrici la protezione dovrà essere assicurata da un isolamento tale da resistere alle influenze meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto nell'esercizio.

Protezione mediante involucri.

Le parti attive saranno poste entro involucri tali da assicurare un grado di protezione uguale e non inferiore a quanto descritto nei punti precedenti.

Per l'impianto delle zone ordinarie e' sufficiente l'uso di involucri con grado di protezione minimo IP2X. Tale grado di protezione e' facilmente ottenibile anche per le cassette di derivazione dotate di coperchio, non amovibile se non con l'ausilio di un attrezzo, delle quali si e' fatta descrizione nel precedente capitolo.

Le installazioni posizionate all'esterno e negli ambienti speciali devono avere un grado di protezione minimo pari a IP 55.

Le barriere e gli involucri dovranno essere saldamente fissati ed avere una sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione ed una conveniente separazione dalle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibile, tenuto conto delle condizioni ambientali.



Protezione addizionale mediante interruttore differenziale.

Come protezione addizionale saranno installati differenziali, per intervenire in caso d'insuccesso delle altre misure di protezione (questa protezione è addizionale, e non è sostitutiva delle altre misure di sicurezza contro i contatti diretti).

L'uso degli interruttori differenziali ad alta sensibilità ($I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$) garantisce il tempestivo intervento non solo in caso di contatti indiretti ma anche nel caso di contatti diretti, garantendo quindi un'ottima protezione addizionale.

Le prescrizioni da ottemperare per conseguire la protezione contro i contatti indiretti sono stabilite dalle norme CEI 64-8 per gli impianti elettrici utilizzatori a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

9.1.3 Misure di protezione contro i contatti indiretti

Verranno prese misure di protezione intese a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale.

Protezione mediante componenti elettrici di Classe II trasformatori di sicurezza

La protezione deve essere assicurata con l'uso di componenti elettrici aventi un isolamento doppio o rinforzato (Classe II). Le parti conduttrici racchiuse nell'involucro isolante non devono essere collegate ad un conduttore di protezione

L'involucro non dovrà nuocere alle condizioni di funzionamento del componente elettrico protetto secondo questa misura di protezione.

Protezione mediante interruzione automatica del circuito

Questo sistema prevede il coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi elettrici di protezione differenziale atti ad interrompere l'alimentazione in caso di guasto, in modo di evitare il persistere di una tensione di contatto superiore a 50V per un determinato tempo tale da creare gravi condizioni di pericolo. L'impianto avrà un impianto di terra unico, al quale saranno collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili, e tutte le masse estranee. Per la protezione contro i contatti accidentali in un luogo come quello in oggetto, considerato pericoloso perché può dare origine ad archi, scintille o temperature eccessive per le sostanze considerate, occorrerà collegare all'impianto di terra tutte le masse estranee e le parti metalliche degli impianti clima, per evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche. Le protezioni saranno coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito guasto se la tensione di contatto assumesse valori pericolosi, pertanto si rispetterà la seguente condizione:

$$R_a I_{\Delta n} \leq 50 \text{ V}$$

dove:

R_a = somma delle resistenze dei conduttori di protezione (PE) e dei dispersori (Ω)



$I_{\Delta n}$ = la più elevata tra le correnti differenziali nominali di intervento degli interruttori differenziali installati.

Volendo ottenere la selettività tra gli interruttori differenziali posti in serie, si prevede l'installazione di un dispositivo di tipo selettivo a monte.

Avendo rispettato il criterio della selettività cronometrica ponendo a monte un interruttore differenziale ritardato intenzionalmente, per assicurare una selettività amperometrica la corrente differenziale $I_{\Delta n}$ del generale del QGBT deve essere almeno pari a tre volte quella dell'interruttore differenziale installato a valle.

Questa soluzione consente una maggiore continuità di servizio in caso di guasto in una parte specifica dell'impianto e, contemporaneamente, una più immediata individuazione del guasto.

La Norma 64. 8, nel caso di sistema TN, per attuare la protezione mediante dispositivi di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali richiede soltanto che sia soddisfatta, in qualsiasi punto del circuito, la condizione:

$$Z_S \cdot I_A \leq U_0$$

dove:

- U_0 è la tensione nominale verso terra dell'impianto, in volt;
- Z_S è l'impedenza dell'anello di guasto, in ohm, per guasto franco a massa;
- I_A è il valore, in ampere, della corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione, entro il tempo definito come segue:
 - a) Correnti terminali che alimentano (tramite o senza prese a spina), componenti elettrici mobili, portatili o trasportabili. I tempi massimi di interruzione sono definiti dalla tabella di seguito riportata;
 - b) Correnti di distribuzione: il tempo massimo di interruzione è di 5 s;
 - c) Correnti terminali che alimentano componenti elettrici fissi: il tempo massimo di interruzione è di 5 s purché siano verificate alcune condizioni analizzate all'art. 413. 1. 3. 5 della norma 64-8 (qui per brevità non riportate), in caso contrario si ricava mediante la tabella di cui al precedente punto a).

Tempi di interruzione	
U_0 [V]	Tempo di interruzione [s]
120	0, 8
230	0, 4
400	0, 2
>400	0, 1



Poiché nei sistemi TN un guasto franco a massa si traduce in un corto circuito in quanto la corrente di guasto percorre i conduttori di fase e di protezione non interessando in pratica l'impianto di terra, le correnti di corto circuito possono assumere valori elevati nel qual caso la protezione contro i contatti indiretti può essere assicurata da interruttori solo magnetotermici. La quantità U_0/Z_S deve essere valutata nel caso peggiore cioè con l'impedenza di guasto di valore massimo, a cui corrisponde la corrente di corto circuito minima:

$$\frac{U_0}{Z_S} = I_{ccF-PE \min}$$

Nel caso in cui la condizione di protezione non fosse soddisfatta con l'impiego di interruttori magnetotermici è necessario ricorrere a dispositivi differenziali.

L'impiego di dispositivi differenziali soddisfa generalmente la condizione di protezione e non richiede il calcolo dell'impedenza totale dell'impianto Z_S . Gli interruttori differenziali non presentano alcun problema di coordinamento, in quanto per $I_{\Delta n}$ elevate ammettono impedenze dell'anello di guasto dell'ordine di diverse decine di W, che non si realizzano mai.



10. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di illuminazione è stato previsto in classe II e pertanto non necessita di impianto di terra di protezione.

La protezione contro i contatti diretti e' prevista mediante segregazione delle parti attive.

La protezione contro i contatti indiretti e' prevista realizzando l'impianto in classe II come previsto dalla norma CEI 64-8/4 art. 413.2.

In particolare si utilizzeranno:

- Cavi con tensione nominale di isolamento 0.6/1kV quali FG7R come previsto dalla norma CEI 64-7 art. 4.4.06;
- Apparecchi illuminati dichiarati in classe II dal costruttore;
- Morsettiera alla base del palo in classe II;
- Quadro di alimentazione in classe II;

Pur non essendo richiesta dalla norma si è scelto di montare interruttori magnetotermici differenziali a bassa sensibilità $I_{\Delta n}$ 0,03 A a favore della sicurezza.

Generalmente non è richiesta la protezione dei sostegni dai fulmini.

All'interno del quadro, pur non necessario in quanto l'impianto e' in classe II, verrà installato un collettore di terra in rame delle dimensioni adeguate, al quale verrà collegato il conduttore di protezione principale.

Il conduttore di protezione sarà isolato in PVC di colore giallo-verde.

Il conduttore di terra principale che collega il collettore del quadro elettrico generale al dispersore sarà un cavo unipolare giallo-verde della sezione di 25 mmq..

La resistenza di terra deve soddisfare la seguente relazione:

$$R_a I_{\Delta n} \leq 50 \text{ V}$$

dove:

R_a = somma delle resistenze dei conduttori di protezione (PE) e dei dispersori (Ω)

$I_{\Delta n}$ = la più elevata tra le correnti differenziali nominali di intervento degli interruttori differenziali installati.

In base agli orientamenti giuridici ormai consolidati, non e' necessario rispettare il noto limite di 20 Ω imposto dal D.P.R. n.547/55 per i luoghi di lavoro, purché l'impianto rispetti la relazione suddetta.



11. MANUTENZIONE

Come evidenziato in precedenza, e' necessario che l'impianto assicuri nel tempo sia la corretta funzionalità che, soprattutto, la mancanza di pericoli per l'utente.

Il mantenimento della funzionalità delle apparecchiature elettriche e' dipendente dall'apparecchiatura stessa e per questo motivo il costruttore riporta sul libretto d'uso e manutenzione (obbligatoriamente allegato alle apparecchiature elettriche) le indicazioni sulle procedure per effettuare la manutenzione.

Normalmente e' l'utente stesso che, dopo il riscontro di qualche anomalia, provvede, a posteriori, alla manutenzione.

Per gli impianti in oggetto si segnala la necessità di verificare:

- almeno una volta al mese il corretto funzionamento degli interruttori differenziali mediante pressione sul tasto di TEST (l'interruttore deve intervenire istantaneamente per gli interruttori privi di ritardo e con il ritardo per gli altri).;
- almeno una volta l'anno l'impianto di terra (rilevando tramite idonea strumentazione il valore della resistenza globale di terra o dell'anello di guasto);
- la continuità elettrica del conduttore di protezione in tutte le prese e le apparecchiature di classe 1, in occasione di lavori che interessano le apparecchiature elettriche;
- almeno ogni anno il serraggio dei morsetti degli interruttori dei quadri e lo stato degli isolanti dei cavi in essi presenti.

Quanto riportato dovrebbe essere di ausilio al datore di lavoro (che e' tenuto ad assicurare la sicurezza nei luoghi di lavoro) ma per di più dovrebbe consentire di evitare indesiderati provvedimenti sanzionatori da parte degli organi che dovrebbero provvedere al controllo ad intervalli di 2 anni.

Si suggerisce infine di lasciare una traccia scritta (REGISTRO DEI CONTROLLI) delle operazioni di manutenzione.

Cagliari, _____

Il Progettista

Progetto : CAMPO DA TENNIS SINGOLO (MODELLO3)
Data : 15/07/2009
Nome Cliente :
Ambiente : LIVELLO EmO=325lux - RODIO
Area di calcolo : Area Totale

Parametri di progetto

Dimensioni dell' ambiente	Parametri di calcolo	Reticolo di calcolo
X [m] : 34,00 Y [m] : 18,00 Z [m] : 0,00	H piano lavoro [m] : 0,85 Larghezza fascia [m] : 0,00 C. manutenzione : 0,85	X : 14 Y : 14 Z : 3
Coeff. Riflessione (%)	Illuminamenti medi [lux]	Valori sul piano di lavoro
Piano di lavoro : 0 Soffitto : 0 Parete Est : 0 Parete Nord : 0 Parete Ovest : 0 Parete Sud : 0	Piano di lavoro : 325 Soffitto : 0 Parete Est : 0 Parete Nord : 0 Parete Ovest : 0 Parete Sud : 0	Lumen per m ² : 915,03 Watt per m ² : 10,46 UGR Trasvers. : N.C. UGR Longitud. : N.C.

Totale apparecchi installati 16 con 16 lampade (Flusso totale [Klm] 560,00 [klm])							
N°	Apparecchio	N°	Lampada	Flusso	N°	Lampada	Flusso
16	1803 JMT400	16	JMT400P	560,00	0		0,00

Progetto : CAMPO DA TENNIS SINGOLO (MODELLO3)
Data : 15/07/2009
Nome Cliente :
Ambiente : LIVELLO EmO=325lux - RODIO
Area di calcolo : Area Totale

Dettaglio apparecchi installati

N°	Apparecchio	Lampada	Flusso	Lampada	Flusso	X [m]	Y [m]	Z [m]	I.NS°	I.EO°	Rot.°	Stato	Dimmer
1	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	6,20	0,00	10,00	5	0	15	On	100%
2	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	6,70	0,00	10,00	10	0	5	On	100%
3	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	7,20	0,00	10,00	10	0	320	On	100%
4	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	7,70	0,00	10,00	5	0	300	On	100%
5	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	26,70	0,00	10,00	5	0	60	On	100%
6	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	27,20	0,00	10,00	10	0	40	On	100%
7	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	27,70	0,00	10,00	10	0	355	On	100%
8	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	28,20	0,00	10,00	5	0	345	On	100%
9	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	28,20	18,00	10,00	5	0	195	On	100%
10	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	27,70	18,00	10,00	10	0	185	On	100%
11	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	27,20	18,00	10,00	10	0	140	On	100%
12	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	26,70	18,00	10,00	5	0	120	On	100%
13	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	6,20	18,00	10,00	5	0	165	On	100%
14	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	6,70	18,00	10,00	10	0	175	On	100%
15	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	7,20	18,00	10,00	10	0	220	On	100%
16	1803 JMT400	JMT400P	35000		0	7,70	18,00	10,00	5	0	240	On	100%

Progetto : CAMPO DA TENNIS SINGOLO (MODELLO3)
Data : 15/07/2009
Nome Cliente :
Ambiente : LIVELLO EmO=325lux - RODIO
Area di calcolo : Area Totale

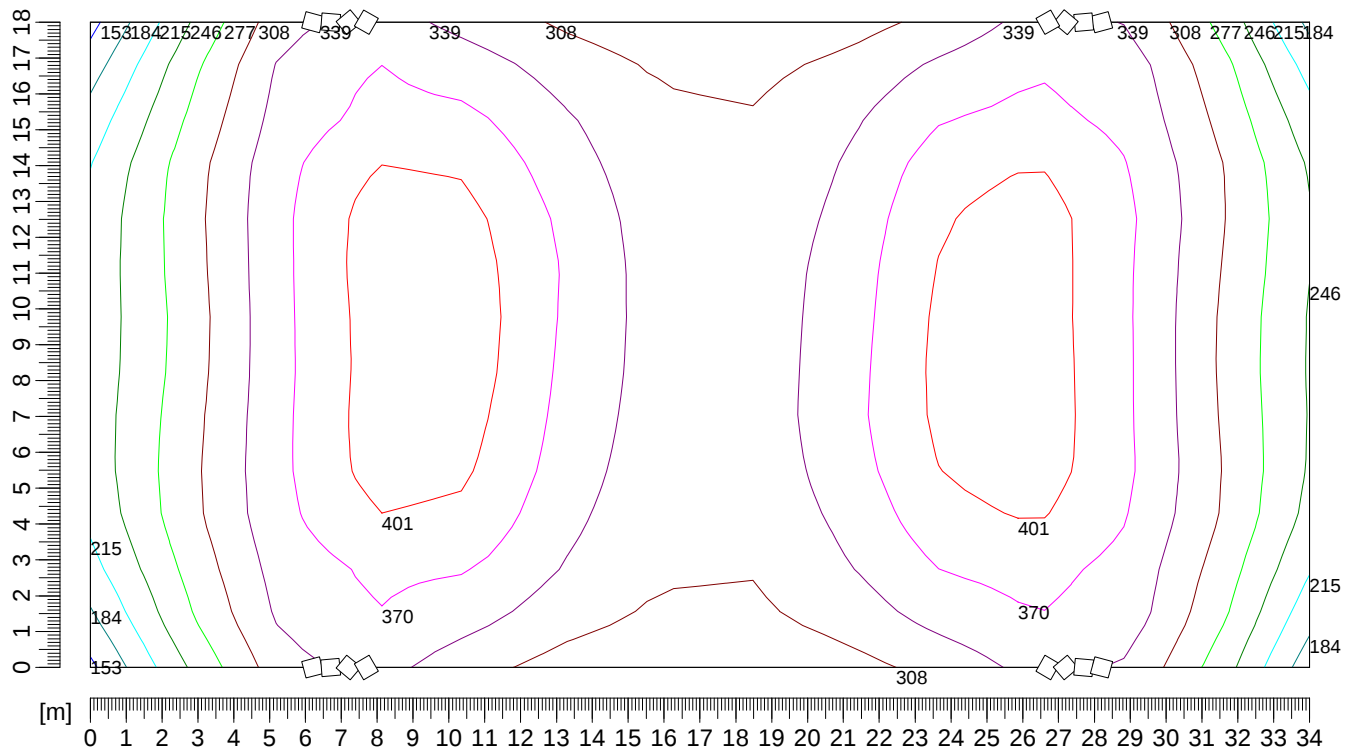
Tabella lux Piano di lavoro

17,36	139	239	325	352	324	300	284	280	292	314	349	335	262	160
16,07	170	263	344	372	355	326	304	300	317	346	368	353	284	192
14,79	196	278	351	378	376	342	314	310	332	368	378	360	296	218
13,50	215	290	360	403	397	353	319	315	341	388	402	370	307	235
12,21	223	293	363	415	410	363	322	317	348	399	416	375	308	240
10,93	225	292	362	417	415	368	324	320	353	404	418	373	305	239
9,64	226	289	362	415	419	366	325	321	355	409	418	372	301	236
8,36	226	290	362	414	417	364	325	321	357	410	419	373	300	236
7,07	228	294	363	415	411	361	323	321	359	409	420	373	302	236
5,79	228	296	364	414	406	357	319	319	355	403	418	374	305	235
4,50	222	295	361	400	394	348	316	317	347	391	405	369	303	228
3,21	205	284	352	376	373	338	313	310	337	372	381	359	291	209
1,93	178	270	344	370	350	321	302	301	321	351	370	354	279	183
0,64	146	245	326	352	319	295	281	282	296	319	350	334	257	152
[m]	1,21	3,64	6,07	8,50	10,93	13,36	15,79	18,21	20,64	23,07	25,50	27,93	30,36	32,79

Valori caratteristici	Valori di uniformita	Valori vari
Emed [lux] : 325	Emin/Emed : 0,43	C. utilizzazione : 0,42
Emax [lux] : 420	Emin/Emax : 0,33	
Emin [lux] : 139	Emax/Emed : 1,29	

Progetto : CAMPO DA TENNIS SINGOLO (MODELLO3)
Data : 15/07/2009
Nome Cliente :
Ambiente : LIVELLO EmO=325lux - RODIO
Area di calcolo : Area Totale

Isolux Piano di lavoro

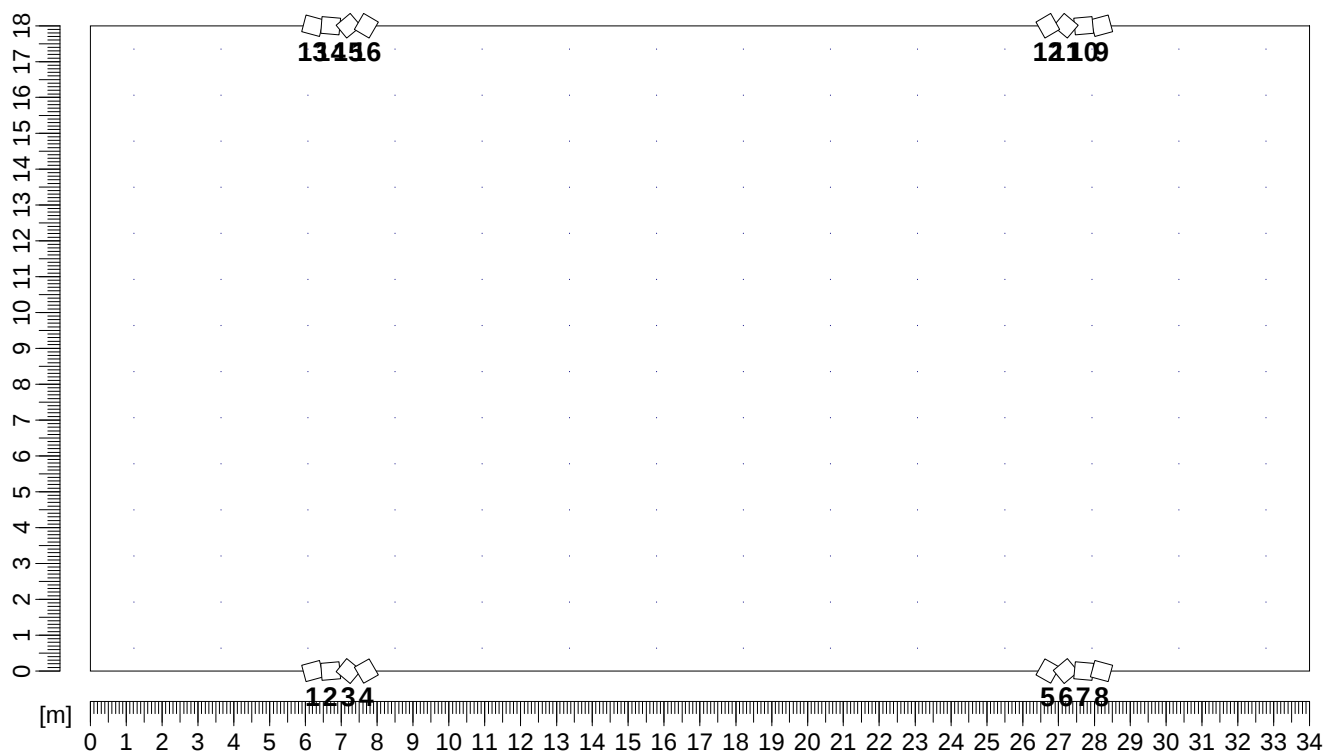


Valori delle sezioni [lux]

	153,0		246,0		339,0
	184,0		277,0		370,0
	215,0		308,0		401,0

Progetto	: CAMPO DA TENNIS SINGOLO (MODELLO3)
Data	: 15/07/2009
Nome Cliente	:
Ambiente	: LIVELLO EmO=325lux - RODIO
Area di calcolo	: Area Totale

Layout Piano di lavoro



Progetto : CAMPO DA TENNIS SINGOLO (MODELLO3)
Data : 15/07/2009
Nome Cliente :
Ambiente : LIVELLO EmO=325lux - RODIO
Area di calcolo : Area Totale

Scheda tecnica apparecchio + lampada

Codice : 1803 JMT400
Descrizione : 1803 Rodio 3 asimmetrico doppi
Costruttore : Disano
N° Lampade : 1

Dimensioni apparecchio [mm]

Lunghezza : 514,0
Larghezza : 476,0
Altezza : 161,0

Dati vari apparecchio

Area abbagliante [m²] : 0,0
Sup. esposta al vento [cm²] : 0,0

Lampada : JMT400P

Costruttore : PHILIPS
Codice ILCOS : MT
Flusso [lumen] : 35000
Temperatura colore [°K] : 4500
Indice resa colore : 65
Potenza [Watt] : 400,00
Perdite [Watt] : 0,00
Dimensione massima [mm] : 0
Durata [h] : 6000
Attacco : E40

Codici listino

Codice	Colore	Cablaggio
414714-00	grafite	CNRL
414714-14	grafite	CNRL
414719-00	grafite	CNRL

Progetto	: CAMPO DA TENNIS SINGOLO (MODELLO3)
Data	: 15/07/2009
Nome Cliente	:
Ambiente	: LIVELLO EmO=325lux - RODIO
Area di calcolo	: Area Totale

EIDOLUX





STUDIO D'INGEGNERIA
Ing. Erminio CINUS
Via Dante n.93
CAGLIARI (CA)
070 491776 - 070 491776
studing@tiscali.it

METODO DI CALCOLO SEZIONI DEI CAVI

PREMESSA

I calcoli sono stati effettuati tenendo conto delle Norme CEI e delle tabelle CEI-UNEL in vigore. I parametri elettrici (portate, cadute di tensione, corrente di corto circuito) ottenuti valgono indicativamente per i cavi multipolari armati e non.

BASSA TENSIONE

Formazione

Viene indicata in questo campo il tipo di formazione desiderata. Questa scelta condiziona le pose ammissibili e il tipo di cavo.



Cod./sigla Commerciale

L'identificazione di un cavo può avvenire attraverso un codice ed una sigla commerciale. Occorre però prestare attenzione che mentre la sigla commerciale identifica univocamente il cavo desiderato, il codice identifica solamente un certo sottoinsieme caratteristiche. Così i cavi FG10(0)M1 (sigla commerciale RF31-22) e FG10(0)M1 (sigla commerciale Afumex) hanno la stessa sigla, ma hanno caratteristiche completamente diverse.

La codifica dei cavi risponde alla Norma CEI 20-27 (traduzione in italiano della norma CENELEC HD 361) oppure alla tabella CEI UNEL 35011. L'impiego delle sigle di designazione a Norma CEI 20-27 è riservato esclusivamente ai cavi armonizzati (ad eccezione dei cavi autorizzati in passato dal CENELEC). Per i cavi di tipo nazionale (e per eventuali futuri tipi armonizzati) la sigla di designazione deve essere concorde alla simbologia della tabella CEI UNEL 35011.

La sigla commerciale dei cavi invece è un marchio di proprietà del produttore ad esempio Afumex 750 è solo Pirelli.

Sintesi della classificazione dei cavi armonizzati (secondo la Norma CEI 20-27).

A	Sigla della norma Norma armonizzata Tipo nazionale autorizzato Tipo nazionale Conforme Norme IEC	H A N J
	Tensione nominale $U_0/U^{(2)}$ 300/300 V 300/500 V 450/750 V 600/1000 V	03 ^(a) 05 ^(b) 07 ^(c) 1 ^(d)



B	Materiale dell'isolante Mescole speciali di PVC per temperature > 70 °C Gomma naturale e/o sintetica Gomma siliconica Etilene-vinilaceto	V_2/V_3 R S G
	Materiale della guaina (eventuale) PVC Gomma naturale e/o sintetica Policloroprene Treccia di fibra di vetro Treccia tessile	V R N J T
	Particolarità costruttive (eventuale) Cavo piatto, anime divisibili Cavo piatto, anime non divisibili	H H2
	Tipi di conduttore A filo unico A corda rigida A corda flessibile per posa fissa A corda flessibile per una posa mobile A corda flessibilissima Tinsel	U R K F H Y
C	Numero di anime	...
	Conduttore di protezione Senza conduttore di protezione Con conduttore di protezione Sezione del conduttore	X G ... ⁽¹⁾
Note: (1) Il conduttore di protezione nei cavi armonizzati deve avere sempre la stessa sezione dei conduttori principali. (2) Designazione precedente attraverso il grado di isolamento: (a) 1,5 (b) 2 (c) 3 (d) 4		

Sintesi della classificazione dei cavi non armonizzati (secondo la tabella CEI UNEL 35011)

Sigla	Materiali e caratteristiche costruttive
n x S	<i>Numero e sezione dei conduttori</i> n indica il numero dei conduttori ed S la sezione (mm ²). Quando i conduttori hanno sezioni diverse le cifre relative sono separate dal segno +
nGS	Quando uno dei conduttori è il conduttore di protezione (colore giallo verde) il segno x è sostituito dalla lettera G
T, N	Indicano che il cavo comprende conduttori con caratteristiche particolari (T conduttore di terra, N conduttore con sezione inferiore a quella dei conduttori principali).
A ⁽¹⁾	<i>Materiali dei conduttori e flessibilità</i> Alluminio
F	Conduttore a corda flessibile rotonda
FF	Conduttore a corda flessibilissima rotonda
U	Conduttore a filo unico rotondo
R	Conduttore a corda rigida rotonda



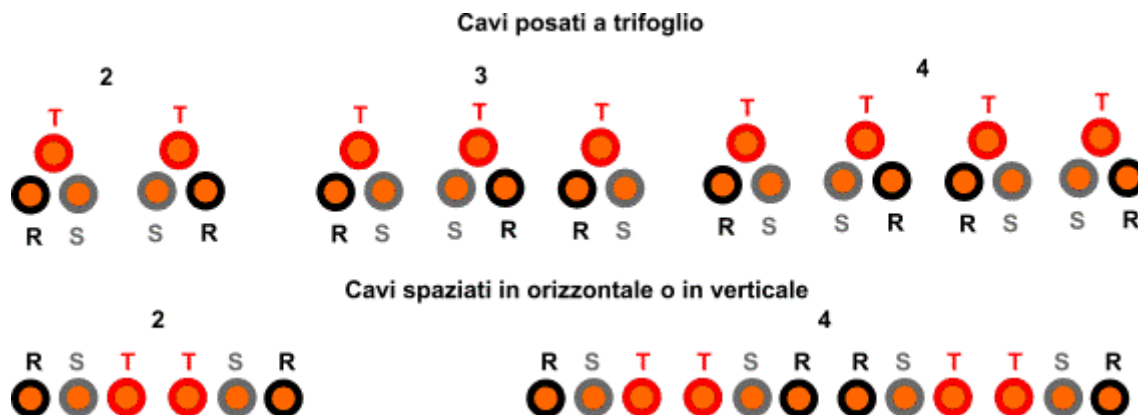
G	<i>Materiale usato per l'isolante</i>
G3	Mescola a base di gomma naturale e/o sintetica
G5	Mescola a base di gomma naturale - qualità G3
R	Mescola a base di etilenpropilene
R2	Mescola a base di polivinilcloruro TI1 e TI2
	Mescola a base di polivinilcloruro
O	<i>Composizione e forma del cavo</i>
D	Anime riunite con o senza riempitivi formanti un insieme cilindrico
X	Anime affiancate parallele
W	Anime affiancate a cordoncino
	Anime affiancate parallelamente con solco intermedio (cavetto piatto divisibile)
AC	<i>Conduttori concentrici e schermi</i>
C	Conduttore concentrico di alluminio
H	Conduttore concentrico in rame
	Schermo di carta metallizzato o nastro di alluminio
E	<i>Rivestimento protettivo (guaina)</i>
G	Guaina in polietilene
R	Guaina in gomma
A	Guaina a base di polivinilcloruro
P	Guaina di alluminio
Q	Guaina di piombo
N	Guaina di rame
	Armatura a nastri, normalmente di acciaio
-n ₁ /n ₂ kV	<i>Tensioni nominali</i>
	Vengono indicate precedute da un trattino le tensioni nominali verso terra e concatenate in kilovolt
Note:	
(1) Se il materiale è rame non si usa alcun simbolo	

Cavi fase

I cavi da posare in parallelo devono essere identici, avere la stessa lunghezza ed essere disposti in modo tale da equilibrare le reattanze per assicurare una corretta ripartizione della corrente.

Ricordare inoltre allo scopo che quando si posano cavi unipolari in parallelo si devono rispettare le permutazioni indicate in figura. In caso contrario la tensione al termine della tratta potrebbe risultare dissimmetrica. L'effetto è tanto più evidente tanto maggiore è la lunghezza della tratta e la percentuale di carico.

Quando i cavi sono posati su più strati le disposizioni indicate vanno ripetute in ciascun strato.





STUDIO D'INGEGNERIA
Ing. Erminio CINUS
Via Dante n.93
CAGLIARI (CA)
070 491776 - 070 491776
studing@tiscali.it

Colori

Nella scelta dei colori delle anime è opportuno rispettare le convenzioni fissate della Norma CEI 16-4. In caso di impossibilità nastrire tutte le porzioni di cavo visibili con nastro elettrico colorato in modo tale da rendere comunque inequivocabile l'identificazione.



Scheda Norme



Le norme indicate definiscono il comportamento dei cavi nei confronti del fuoco.

Il comportamento del cavo in occasione di un incendio si estende dalle caratteristiche di non propagazione (caratteristica ormai posseduta dalla pratica totalità dei cavi), alla limitazione delle emissioni di sostanze tossiche nell'ambiente ed eventualmente alla possibilità continuare a funzionare anche durante l'incendio stesso (ad esempio impianti di emergenza).

La Norma CEI 20-35 prevede la prova di NON PROPAGAZIONE DELLA FIAMMA SU UN SINGOLO CAVO. Un singolo cavo posato verticalmente viene sottoposto alla fiamma: per superare la prova il danneggiamento o la carbonizzazione non devono superare i limiti fissati dalla norma in oggetto.

La Norma CEI 20-22, che contraddistingue le prove per cui i cavi NON SIANO PROPAGANTI L'INCENDIO, si divide in due parti: il capitolo II (metodologia più severa di prova) ed il capitolo III.

Il capitolo II prevede che siano oggetto della prova campioni di cavo, lunghi 4,5 m aventi non meno di 10 kg/m di materiale non metallico; le tracce di combustione non devono superare i 3,5 m dal bordo del bruciatore. Per quanto riguarda i cavi con tensione nominale inferiore a 0,6/1 kV, privi di rivestimento protettivo e che non siano isolati in PVC, il materiale metallico non deve essere meno di 5 kg/m.

Il capitolo III prevede che i campioni di cavo, non inferiori a 3,5 m corrispondano nel loro insieme ad un volume di 1,5 dm³ per metro di materiale non metallico; le tracce di combustione non devono superare 2,5 m dal bordo del bruciatore.

La Norma CEI 20-36 fornisce le caratteristiche dei cavi RESISTENTI AL FUOCO e il metodo per la loro prova. Il cavo sottoposto ad una serie di fiamme che raggiungono 750 °C per un periodo continuativo di 3 ore deve mantenere la propria continuità elettrica, tale continuità deve manifestarsi anche oltre 12 ore dallo spegnimento della fiamma.

La Norma CEI 20-37 tratta dei cavi a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi. In particolare si suddivide in tre parti:



- La prima parte definisce il metodo per la determinazione della quantità di GAS CORROSIVI emessi durante la combustione.
- La seconda parte definisce il metodo per la determinazione della quantità di GAS TOSSICI emessi durante la combustione.
- La terza parte definisce il metodo per la determinazione dell'OPACITA' DEI FUMI.

La Norma CEI 20-38 si occupa dei cavi isolati e rivestiti con materiale avente ridotta emissione di fumi e gas tossici/corrosivi. Per i cavi con tensioni nominali non superiori a 1 kV se ne occupa la prima parte mentre per quelli a tensione superiore se ne occupa la seconda parte. La norma stabilisce i criteri costruttivi ed i valori delle metodologie di prove delle norme CEI specifiche.

La scheda di scelta del cavo attraverso le nome è alternativa alla scheda di Luoghi di Installazione. La scheda visibile può essere selezionata dal menu Preferenze.

Scheda Luoghi di installazione

Per una corretta scelta è però opportuno indicare, oltre al luogo di installazione, anche alcune caratteristiche addizionali quali l'impiego del cavo per l'alimentazione di impianti di emergenza o sicurezza oppure il vincolo di ridottissima emissione di gas tossici e fumi opachi.

La tipologia dell'ambiente di installazione è in funzione delle particolari situazioni che possono presentarsi. Le opzioni previste sono quelle che rappresentano i casi più comunemente incontrati in pratica. La scelta effettuata dovrà tenere conto dei requisiti delle norme:

- CEI 11-17 "LINEE IN CAVO"
- CEI 64-8 "IMPIANTI ELETTRICI UTILIZZATORI ..."

La scelta del cavo attraverso i Luoghi di Installazione è alternativa alla scelta con la scheda Norme. La scheda visibile può essere selezionata dal menu Preferenze.

Scheda posa

Per sveltire la selezione, le condizioni di posa previste sono state suddivise in famiglie secondo il seguente schema:

Ambiente	Categoria di posa	Posa	Rif. CEI 64/8	Senza guaina	Con guaina	Tensione nom.
aria	mobile	mobile all'interno	-	NO	SI	-
		mobile all'esterno	-	NO	SI	-
	passerella	perforata	13	NO	SI	-
		continua	12	NO	SI	-
		a traversini verticale	16	NO	SI	-
	mensola	mensola	14	NO	SI	-
	tubo	a parete	3, 3A, 4, 4A	SI	SI	-
		incassato	5, 5A	SI	SI	-
		in parete isolante	4, 2			
	diretta a parete	pavimento	11	NO	SI	-
		soffitto	11A	NO	SI	-
		verticale	11	NO	SI	-



	canale	verticale	32	SI*	SI	-
		orizzontale	31	SI	SI	
	cavità di struttura	verticale	21,22, 22A,23, 24,24A	SI*	SI	-
		orizzontale	21,22, 22A,23, 24,24A	SI	SI	-
	su isolatori	su isolatori	18	SI	NO	-
	con corda di supporto	con corda di supporto	17	NO	SI	-
terra	umida	diretta	62	NO	SI	$\geq 0,6/1$ kV
		protetta	61, 63	NO	SI	$\geq 0,6/1$ kV
	secca	diretta	62	NO	SI	$\geq 0,6/1$ kV
		protetta	61, 63	NO	SI	$\geq 0,6/1$ kV
incassato direttamente	in parete isolante	in parete isolante	51	NO	SI	$\geq 0,6/1$ kV
	in parete normale	in parete normale	52, 53	NO	SI	$\geq 0,6/1$ kV
acqua	Acqua	in immersione	-	-	-	-

Note: * Ammesso purchè fuori dalla portata di mano.

Per cavi da posare per un TRATTO IN ARIA ed un TRATTO NEL TERRENO (posa mista) indicare POSA INTERRATA (essendo questa condizione più restrittiva della posa in aria).

Per la posa nel terreno vengono previsti unicamente i cavi aventi come tensione nominale di riferimento U_0/U 0,6/1 kV.

La posa INTERRATA comprende tutte quelle condizioni in cui i cavi sono direttamente interrati oppure posati in tubi interrati. Nel caso di posa interrata le portate calcolate tengono in considerazione la resistività termica del terreno.

La posa in ARIA comprende tutte quelle condizioni in cui i cavi sono posati a diretto contatto con l'aria o racchiusi in una canaletta o in un tubo a loro volta posati in aria (a quest'ultimo caso si riconduce anche la posa sotto modanatura e di tubi incassati) oppure racchiusi in un cavedio.

La posa mobile è una particolare posa in aria che prevede esclusivamente come tipologia di cavi quelli idonei a sopportare movimentazioni nel tempo (prolunghe). Tali cavi possono essere installati anche in posa fissa essendo un servizio meno gravoso. I cavi per tamburo avvolgicavo non sono riconducibili a questa tipologia.

Raggi minimi di curvatura di alcuni tipi di cavi a posa ultimata
e con temperatura ambiente compresa tra +10 e +30°C

Tipo di cavo	Diametro del cavo DN (mm)			
	DN 10 4 DN		DN > 10 6 DN	
Rigido per installazioni fisse				
Flessibile isolato in gomma (CEI 20-19)	DN 8	8 < DN 12	12 < DN 20	DN > 20
- Installazione fissa	3 DN	3 DN	4 DN	4 DN
- A movimento libero	5 DN	5 DN	6 DN	6 DN
- Avvolto su tamburo	6 DN	6 DN	6 DN	8 DN
Flessibile isolato in PVC (CEI 20-20)	DN 8	8 < DN 12	DN > 12	
- Installazione fissa	3 DN	3 DN	4 DN	
- A movimento libero	6 DN	6 DN	6 DN	
- Avvolto su tamburo	8 DN	8 DN	8 DN	

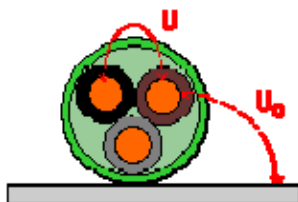


Scheda Generale

Tensione nominale

La tensione nominale di un cavo è definita attraverso due valori. U – tensione tra 2 fasi e U_0 tensione tra fase e terra.

Oltre all'ovvio legame tra la tensione nominale del cavo e la tensione nominale dell'impianto, la tensione nominale del cavo è soggetta a restrizioni in funzione del tipo di posa: cavi interrati (con o senza protezione) e incassati direttamente devono avere U/U_0 maggiore o uguale a 0,6/1 kV.



Flessibilità

In generale tutte le pose ammettono l'impiego sia di cavi flessibili che rigidi, a eccezione della posa mobile.

Tipo di isolante

I cavi elettrici sono suddivisi in base al tipo di isolamento ad esempio PVC, GOMMA, NEOPRENE, ecc.

A seconda del tipo di isolamento il cavo è adatto o meno a lavorare a date temperature:

Isolante	Tz (°C)	Tcc (°C)
PVC	70	160
GOMMA EPR	90	250
GOMMA EI4	60	200

Scheda Avanzate

Guaina

La guaina, se presente, costituisce una protezione meccanica addizionale per il cavo. Essa è prescritta dalle norme per alcune pose. In particolare in canale o cavità di struttura è possibile posare cavi senza guaina solo se fuori dalla porta di mano.

Armatura

L'armatura, se presente, costituisce una protezione meccanica addizionale per il cavo.

CORRENTE CONTINUA	C.A. MONOFASE	C.A. TRIFASE
$V = W/I = I R$	$V = W/(I \cos\varphi)$	$V = W/(\sqrt{3} I \cos\varphi)$
$I = W/V = V/R$	$I = W/(V \cos\varphi)$	$I = W/(\sqrt{3} V \cos\varphi)$
$W = V I$	$W = V I \cos\varphi$	$W = \sqrt{3} V I \cos\varphi$

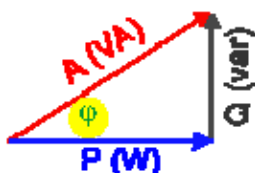


CV	HP	kW	kgm/s
1	0,9863	0,7355	75
1,0139	1	0,7475	76,5
1,36	1,341	1	101,98

C.A. MONOFASE	C.A. TRIFASE
$W = V I \eta \cos \varphi$	$W = \sqrt{3} V I \eta \cos \varphi$

Fattore di potenza

Questo parametro viene richiesto in caso di sistema trifase o sistema monofase. E' possibile modificare il valore proposto (0,9).



Se il fattore di potenza non è noto esattamente può essere fatto riferimento ai valori tipici seguenti.

Motori

$\cos \varphi = 0,5$ fino a 1000 W
 $\cos \varphi = 0,7$ da 1 a 4 kW circa
 $\cos \varphi = 0,8$ da 4 a 50 kW circa
 $\cos \varphi = 0,9$ più di 50 kW

Illuminazione

$\cos \varphi = 1$ lampade a incandescenza
 $\cos \varphi = 0,82$ lampade al sodio
 $\cos \varphi = 0,85$ lampade fluorescenti rifasate
 $\cos \varphi = 0,3$ a 0,6 lampade fluorescenti non rifasate

Apparecchi termici

$\cos \varphi = 1$ forni e stufe a resistenza

Corrente di spunto

Indicare il valore della corrente di spunto presunta. In mancanza di dati più precisi puoi considerare che la corrente di inserzione sia pari a circa $100 I_R$ nel caso di condensatori e a circa $6-7 I_R$ nel caso di motori.

In mancanza di dati più precisi può essere fatto riferimento ai valori seguenti.

Rotore a gabbia di scoiattolo con avviamento diretto

- $I_s = 4$ a $9 I_R$ per motori a 2 poli
- $I_s = 4$ a $7 I_R$ per motori a più di 2 poli (valore medio $6 I_R$)



Rotore avvolto e motori in cc (dipende dal reostato d'avviamento)

$I_s = 1,5$ a $3 I_R$ (valore medio $2.5 I_R$)

Rendimento

Indica in questo campo il rendimento del motore, se non noto esattamente essere fatto riferimento ai valori tipici seguenti:

- $r = 0,7$ per motori da 1 a 4 kW circa
- $r = 0,8$ per motori da 4 a 50 kW circa
- $r = 0,9$ per motori maggiori di 50 kW

Questo campo viene visualizzato solamente nel caso in cui sia stato selezionato Tipo di carico: Motore e Potenza meccanica

Caduta di tensione all'inserzione

La caduta di tensione tollerabile all'inserzione dipende dal tipo di carico. Genericamente si può assumere pari a 10%, ma non infrequenti sono i casi in cui è necessario limitarla a pochi percento.

Caduta di tensione

La cdt di tensione a regime deve essere limitata (Norma CEI 64/8) al 4%. Considerando però un margine di sicurezza per far fronte ad esempio alle cadute sulle altre linee in cascata a quella in esame oppure ad un incremento del carico nel tempo è consigliabile assumere una cdt limite pari al 2%.

Il calcolo è condotto in base alle tabelle CEI UNEL 35023-70 con alcune, più accurate, approssimazioni.

La formula per ottenere la caduta di tensione è la seguente:

$$V = K L I (R \cos\varphi + X \sin\varphi)$$

dove:

- K vale 2 nelle tratte monofase o CC e $\sqrt{3}$ nelle tratte trifase;
- L è la lunghezza della tratta;
- I è il valore efficace della corrente;
- R è la resistenza per unità di lunghezza del cavo. La resistenza dei conduttori è quella corrispondente alla massima temperatura di funzionamento dei cavi e si riferisce ai conduttori di classe 2 in caso di corda rigida ed ai conduttori di classe 5 in caso di conduttori flessibili, secondo la norma CEI 20-29. La caduta di tensione è calcolata considerando i conduttori a 70°C per isolamento in PVC ed a 90°C per isolamento in HEPR o AFUMEX;
- X è la reattanza per unità di lunghezza del cavo. La reattanza dei cavi unipolari non distanziati è riferita a cavi posati a trifoglio chiuso o in piano accostati. Per i cavi unipolari distanziati la reattanza è calcolata in base alla distanza interassiale;
- φ è l'angolo di sfasamento tra la corrente e la tensione (solo regime alternato). La stessa espressione è valida anche per sistemi elettrici in corrente continua ponendo $\cos\varphi = 1$ e $\sin\varphi = 0$.



Posa

Scegliere la categoria di posa prevista ricordando quanto segue. Per cavi da posare per un TRATTO in ARIA ed un TRATTO nel TERRENO (posa mista) indicare POSA INTERRATA (essendo questa condizione più restrittiva della posa in aria).

Per la posa nel terreno vengono previsti unicamente i cavi aventi come tensione nominale di riferimento U_0/U 0,6/1 kV.

La posa INTERRATA comprende tutte quelle condizioni in cui i cavi sono direttamente interrati oppure posati in tubi interrati. Nel caso di posa interrata le portate calcolate tengono in considerazione la resistività termica del terreno.

La posa in ARIA comprende tutte quelle condizioni in cui i cavi sono posati a diretto contatto con l'aria o racchiusi in una canaletta o in un tubo a loro volta posati in aria (a quest'ultimo caso si riconduce anche la posa sotto modanatura e di tubi incassati) oppure racchiusi in un cavedio.

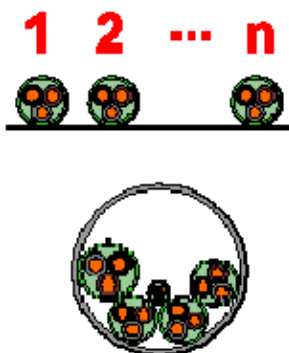
La posa mobile è una particolare posa in aria che prevede esclusivamente come tipologia di cavi quelli idonei a sopportare movimentazioni nel tempo (prolunghe). Tali cavi possono essere installati anche in posa fissa essendo un servizio meno gravoso. I cavi per tamburo avvolgicavo non sono riconducibili a questa tipologia.

Temperatura

La temperatura ambiente di esercizio di riferimento prescritta dalle norme IEC 287 per la latitudine italiana è pari a 30 °C, ma in talune condizioni può essere necessario verificare la reale temperatura ambiente.

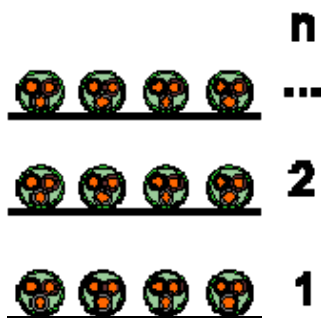
Numero di cavi

Indicare in questo il numero di cavi multipolari o terne di cavi unipolari posati affiancati (in orizzontale) compreso il cavo in esame. La posa di più cavi affiancati nello stesso cavidotto, tubo, ecc. peggiora le condizioni di asportazione del calore e conseguentemente riduce la portata.



Numero di strati

Indicare il numero di strati sovrapposti in verticale.



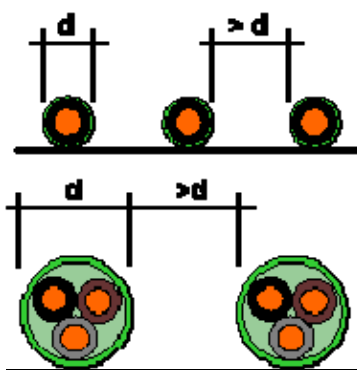
Posa in piano o a trifoglio

Indicare la disposizione relativa dei cavi prevista. La posa a trifoglio consente di limitare lo spazio occupato dalla linea, ma la disposizione in piano migliora le condizioni di smaltimento del calore.



Posa distanziata o a contatto

Cavi unipolari in piano o multipolari si devono considerare distanziati quando lo spazio tra gli stessi è maggiore del diametro. Se si tratta invece di cavi unipolari posati a trifoglio la stessa distanza deve essere maggiore di due volte il diametro. La posa a contatto consente di limitare lo spazio occupato dalla linea, ma la disposizione distanziata migliora le condizioni di smaltimento del calore.



Scheda cto cto

Il dimensionamento di un cavo è opportuno che tenga in considerazione anche le sollecitazioni conseguenti ad un cortocircuito.

La scelta del dispositivo di protezione deve tener conto sia delle correnti massime di cortocircuito sia di quelle minime di seguito riportate.

La sezione (S) scelta per il conduttore è sufficiente a sopportare la massima corrente di cortocircuito (I_{cc}) quando è verificata la relazione:



$$S \geq \frac{I_{cc} \sqrt{T}}{C}$$

dove:

- T durata del cortocircuito (s)
- S sezione del conduttore (mm²)
- I_{cc} corrente di cortocircuito (A)
- C = 115 per cavi in rame isolati in PVC (160 °C)
- C = 143 per i cavi in rame isolati in gomma G7 (250 °C)

Come corrente di cortocircuito minima si considera quella corrispondente ad un cortocircuito che si produca tra fase e neutro (o tra fase e fase se il conduttore di neutro non è distribuito), nel punto più lontano della condotta protetta e, nel caso l'impianto sia alimentato da più sorgenti, si deve prendere in considerazione solo una sorgente, precisamente quella corrispondente alla corrente di cortocircuito minima. La determinazione della minima corrente di cortocircuito presunta, nella maggiore parte dei casi che si presentano in pratica, può essere effettuata con le formule riportate di seguito, ammettendo un aumento del 50% della resistenza del circuito rispetto al valore a 20 °C, dovuto al riscaldamento dei conduttori causato dalla corrente di corto circuito, e tenendo conto di una riduzione a 80% della tensione di alimentazione, per effetto della corrente di cortocircuito rispetto alla tensione nominale di alimentazione. Nel caso in cui invece si conosca il valore dell'impedenza del circuito a monte, il coefficiente 0,8 deve essere sostituito da un valore preciso.

Quando il conduttore di neutro non è distribuito:

$$I_{cc} = \frac{0,8U}{1,5\rho \frac{2L}{S}}$$

ove:

- U tensione concatenata di alimentazione (V)
- ρ resistività a 20 °C del materiale dei conduttori (Ω mm² - 0,018 per rame - 0,027 per alluminio)
- L lunghezza della condotta protetta (m)
- S sezione del conduttore (mm²)
- I_{cc} corrente di cortocircuito presunta

$$I_{cc} = \frac{0,8E}{1,5\rho(1+m)\frac{L}{S}}$$

ove:

- E tensione di fase di alimentazione (V)
- m rapporto tra la resistenza del conduttore di neutro e la resistenza del conduttore di fase (nel caso essi siano costituiti dallo stesso materiale, esso è uguale al rapporto tra la sezione del conduttore di fase e quella del conduttore di neutro).

Per la corretta scelta della protezione della condotta occorre conoscere la curva dell'*i*²*t* relativa ad ogni cavo; siccome l'andamento di questa curva è in funzione delle condizioni di installazione e quindi difficilmente ipotizzabile a priori, potrà essere ricavata cautelativamente assumendo come



STUDIO D'INGEGNERIA
Ing. Erminio CINUS
Via Dante n.93
CAGLIARI (CA)
070 491776 - 070 491776
studing@tiscali.it

valori di riferimento la portata nominale opportunamente corretta in funzione della posa $I_z = I_n$ ed il valore i^2t di cortocircuito calcolato con la formula $i^2t = (S C)^2$.

Nel diagramma sono illustrate le curve I^2t per cavi N1VV-K unipolari in cui si può osservare che la protezione A per il cavo di sezione $1,5 \text{ mm}^2$ è stata scelta in maniera corretta, mentre la protezione B non offre un'adeguata protezione del cavo da 50 mm^2 . Prendendo come riferimento inoltre il cavo da $1,5 \text{ mm}^2$ il valore di $I_z = I_n = 19,5 \text{ A}$ è ricavato dalle tabelle di portata per posa in aria a 30°C con disposizione a trifoglio; il valore di I^2t è calcolato con la formula di $I^2t = (S C)^2 = (1,15 \cdot 115)^2 = 29,756$

Corrente e potenza di cortocircuito

Indicare il valore della corrente presunta o della potenza di cortocircuito della rete nel punto in cui è installata la tratta in esame. Per il calcolo della corrente di cortocircuito effettiva nei sistemi BT si veda anche la Norma CEI 64-8 appendice D. Negli impianti utilizzatori, se non si conoscono i valori richiesti è possibile consultare l'azienda fornitrice di energia.

Tempo di intervento delle protezioni

Indicare il tempo di intervento delle protezioni previste. Le relazioni su cui si basa il dimensionamento in oggetto sono valide per tempi di intervento delle protezioni inferiori a 5 s.

ING. ERMINIO CINUS
STUDIO D'INGEGNERIA
Via DANTE, 93
09128 CAGLIARI

Progetto: VILLASALTO - CAMPO SPORTIVO POLIVALENTE

Elenco Tratte

Tratta	Circ.	Lungh. (m)	Form.	Cod./Sigla comm.	Cavi / fase	Sez. (mm ²)	Colori	Importo	
Q.E.G .- PALO 1	RN	25	2X	G-sette piu' - FG7(O)R	1	4	BC-M		S
Q.E.G .- PALO 2	SN	45	2X	G-sette piu' - FG7(O)R	1	4	BC-M		S
Q.E.G .- PALO 3	TN	45	2X	G-sette piu' - FG7(O)R	1	4	BC-M		S
Q.E.G .- PALO 4	RN	65	2X	G-sette piu' - FG7(O)R	1	4	BC-M		S

Legenda:

Colori: N: nero, M: marrone, GR: grigio, R: rosso, B: bianco, GV: giallo/verde, A: arancione, RO: rosa, BC: blu chiaro, BS: blu scuro, V: violetto

Dimensionamento: S : verifica positiva, N : verifica negativa, * : non verificata

Report Tratta

Tratta	Q.E.G. - PALO 1
Tensione Esercizio	400 V
cosphi	0,9
Numero delle Fasi	1
Frequenza	50Hz
Lunghezza	25 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' - FG7(O)R
Sezione	4 mm ²
Formazione	2X
Massima caduta di tensione ammissibile	2 %
Caduta di tensione operativa	0,24 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra secca
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RN
Tensione Nominale	0.6/1 kV
Portata Nominale (I _z)	36,27 A (36,27 A x 1)
Temperatura Max Esercizio	90 ° Celsius
Temperatura Max Corto Circuito	250 ° Celsius
Corrente	4,44 A
Fattore di correzione libero	1
Potenza Attiva	1,6 kW
Temperatura in Esercizio Conduttore	30,9 ° Celsius
Verifica di JDC	Positiva
Diametro Esterno	14,2 mm

CALCOLI GIUSTIFICATIVI DEL DIMENSIONAMENTO O DELLA VERIFICA

TRATTA Q.E.G. - PALO 1

1. DATI DI PROGETTO

Numero delle Fasi	1
Lunghezza	25 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' - FG7(O)R
Sezione	4 mm ²
Formazione	2X
Massima caduta di tensione ammissibile	2 %
Caduta di tensione operativa	0,24 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra secca
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RN
Portata Nominale (I _z)	36,27 A (36,27 A x 1)
Corrente	4,44 A
Fattore di correzione libero	1
Verifica di JDC	Positiva

2. CALCOLO DELLA SEZIONE

2.1 Criterio termico

2.1.1 Massima corrente ammissibile

In relazione ai dati progettuali, per il tipo di cavo scelto, è stata assunta la seguente portata di riferimento:

$$I_0 = 23 \text{ A}$$

In funzione della temperatura ambiente e della modalità di posa di progetto sono stati assunti i seguenti fattori di correzione:

- per temperatura ambiente diversa da quella di riferimento $k_1 = 0,93$ p.u.
- per circuiti adiacenti e/o numero di strati $k_2 = 1$ p.u.
- per profondità di posa diversa da quella di riferimento $k_3 = 1$ p.u.
- fattore libero di correzione (KFR) $k_4 = 1$ p.u.
- per contributo di terza armonica (fase o neutro) $k_5 = 1$ p.u.

La portata I_z del cavo scelto, nelle condizioni di installazione previste è stata quindi determinata verificando il criterio seguente:

$$I_z \geq I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \geq I_b$$

dove I_b è la corrente di impiego del circuito calcolata in base ai dati di progetto, comprese le eventuali armoniche.

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è pari a:

$$S = 1,5 \text{ mm}^2$$

2.2 Criterio della massima caduta di tensione ammissibile

2.2.1 Regime

La formula assunta per il calcolo delle cadute di tensione a regime è stata la seguente:

$$\Delta V = 2(I \cos \phi + X I \sin \phi)$$

dove:

- ΔV è la caduta di tensione lungo la linea espressa in volt;
- R è la resistenza della linea, espressa in ohm
- I è la corrente di impiego della linea, espressa in ampere
- X è la reattanza della linea, espressa in ohm
- $\cos \phi$ è il fattore di potenza del carico alimentato dalla linea.

La sezione del cavo è stata scelta in modo da soddisfare il vincolo imposto:

$$\Delta V \leq \Delta V_{\max}$$

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è pari a:

$$S = 1,5 \text{ mm}^2$$

3. Scelta/Verifica della sezione

La sezione scelta è:

$$S \geq 1,5 \text{ mm}^2$$

Pertanto in base ai calcoli effettuati può essere considerata corretta

4. CONDIZIONI DI VALIDITA'

I Risultati ottenuti derivano da calcoli analitici la cui affidabilità è stata verificata ma che dipendono dai dati di base introdotti.

I Risultati dei calcoli sono validi solo:

- per carichi lineari
- per i cavi Prysmian

Nella realizzazione impiegata per il dimensionamento della sezione del cavo in relazione al cortocircuito il valore dell' integrale di Joule (I^2t) è stato calcolato assumendo per I il valore efficace della corrente di cortocircuito e per t la durata del cortocircuito stesso.

Quest' approssimazione è valida per cortocircuiti di durata superiore ad alcuni periodi. Nel caso di durate brevi ($<0,1$ s) e di impegno di dispositivi di protezione del tipo limitatore il valore dell'integrale di Joule(I^2t) deve essere fornito dal costruttore del dispositivo di protezione.

Le formule impiegate per il calcolo delle cadute di tensione sono valide nell'ipotesi di carichi induttivi, caratterizzati da un fattore di potenza compreso tra 0,9 e 0,5.

I valori di resistenza impiegati per il calcolo delle cadute di tensione sono riferiti alla massima temperatura di funzionamento del cavo scelto.

Report Tratta

Tratta	Q.E.G. - PALO 2
Tensione Esercizio	400 V
cosphi	0,9
Numero delle Fasi	1
Frequenza	50Hz
Lunghezza	45 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' - FG7(O)R
Sezione	4 mm ²
Formazione	2X
Massima caduta di tensione ammissibile	2 %
Caduta di tensione operativa	0,44 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra secca
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	SN
Tensione Nominale	0.6/1 kV
Portata Nominale (Iz)	36,27 A (36,27 A x 1)
Temperatura Max Esercizio	90 ° Celsius
Temperatura Max Corto Circuito	250 ° Celsius
Corrente	4,44 A
Fattore di correzione libero	1
Potenza Attiva	1,6 kW
Temperatura in Esercizio Conduttore	30,9 ° Celsius
Verifica di JDC	Positiva
Diametro Esterno	14,2 mm

CALCOLI GIUSTIFICATIVI DEL DIMENSIONAMENTO O DELLA VERIFICA

TRATTA Q.E.G. - PALO 2

1. DATI DI PROGETTO

Numero delle Fasi	1
Lunghezza	45 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' - FG7(O)R
Sezione	4 mm ²
Formazione	2X
Massima caduta di tensione ammissibile	2 %
Caduta di tensione operativa	0,44 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra secca
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	SN
Portata Nominale (Iz)	36,27 A (36,27 A x 1)
Corrente	4,44 A
Fattore di correzione libero	1
Verifica di JDC	Positiva

2. CALCOLO DELLA SEZIONE

2.1 Criterio termico

2.1.1 Massima corrente ammissibile

In relazione ai dati progettuali, per il tipo di cavo scelto, è stata assunta la seguente portata di riferimento:

$$I_0 = 23 \text{ A}$$

In funzione della temperatura ambiente e della modalità di posa di progetto sono stati assunti i seguenti fattori di correzione:

- per temperatura ambiente diversa da quella di riferimento $k_1 = 0,93$ p.u.
- per circuiti adiacenti e/o numero di strati $k_2 = 1$ p.u.
- per profondità di posa diversa da quella di riferimento $k_3 = 1$ p.u.
- fattore libero di correzione (KFR) $k_4 = 1$ p.u.
- per contributo di terza armonica (fase o neutro) $k_5 = 1$ p.u.

La portata I_z del cavo scelto, nelle condizioni di installazione previste è stata quindi determinata verificando il criterio seguente:

$$I_z \geq I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \geq I_b$$

dove I_b è la corrente di impiego del circuito calcolata in base ai dati di progetto, comprese le eventuali armoniche.

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è pari a:

$$S = 1,5 \text{ mm}^2$$

2.2 Criterio della massima caduta di tensione ammissibile

2.2.1 Regime

La formula assunta per il calcolo delle cadute di tensione a regime è stata la seguente:

$$\Delta V = 2(I \cos \phi + X I \sin \phi)$$

dove:

- ΔV è la caduta di tensione lungo la linea espressa in volt;
- R è la resistenza della linea, espressa in ohm
- I è la corrente di impiego della linea, espressa in ampere
- X è la reattanza della linea, espressa in ohm
- $\cos \phi$ è il fattore di potenza del carico alimentato dalla linea.

La sezione del cavo è stata scelta in modo da soddisfare il vincolo imposto:

$$\Delta V \leq \Delta V_{\max}$$

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è pari a:

$$S = 1,5 \text{ mm}^2$$

3. Scelta/Verifica della sezione

La sezione scelta è:

$$S \geq 1,5 \text{ mm}^2$$

Pertanto in base ai calcoli effettuati può essere considerata corretta

4. CONDIZIONI DI VALIDITA'

I Risultati ottenuti derivano da calcoli analitici la cui affidabilità è stata verificata ma che dipendono dai dati di base introdotti.

I Risultati dei calcoli sono validi solo:

- per carichi lineari
- per i cavi Prysmian

Nella realizzazione impiegata per il dimensionamento della sezione del cavo in relazione al cortocircuito il valore dell' integrale di Joule (I^2t) è stato calcolato assumendo per I il valore efficace della corrente di cortocircuito e per t la durata del cortocircuito stesso.

Quest' approssimazione è valida per cortocircuiti di durata superiore ad alcuni periodi. Nel caso di durate brevi ($<0,1 \text{ s}$) e di impegno di dispositivi di protezione del tipo limitatore il valore dell'integrale di Joule(I^2t) deve essere fornito dal costruttore del dispositivo di protezione.

Le formule impiegate per il calcolo delle cadute di tensione sono valide nell'ipotesi di carichi induttivi, caratterizzati da un fattore di potenza compreso tra 0,9 e 0,5.

I valori di resistenza impiegati per il calcolo delle cadute di tensione sono riferiti alla massima temperatura di funzionamento del cavo scelto.

Report Tratta

Tratta	Q.E.G. - PALO 3
Tensione Esercizio	400 V
cosphi	0,9
Numero delle Fasi	1
Frequenza	50Hz
Lunghezza	45 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' - FG7(O)R
Sezione	4 mm ²
Formazione	2X
Massima caduta di tensione ammissibile	2 %
Caduta di tensione operativa	0,44 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra secca
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	TN
Tensione Nominale	0.6/1 kV
Portata Nominale (Iz)	36,27 A (36,27 A x 1)
Temperatura Max Esercizio	90 ° Celsius
Temperatura Max Corto Circuito	250 ° Celsius
Corrente	4,44 A
Fattore di correzione libero	1
Potenza Attiva	1,6 kW
Temperatura in Esercizio Conduttore	30,9 ° Celsius
Verifica di JDC	Positiva
Diametro Esterno	14,2 mm

CALCOLI GIUSTIFICATIVI DEL DIMENSIONAMENTO O DELLA VERIFICA

TRATTA Q.E.G. - PALO 3

1. DATI DI PROGETTO

Numero delle Fasi	1
Lunghezza	45 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' - FG7(O)R
Sezione	4 mm ²
Formazione	2X
Massima caduta di tensione ammissibile	2 %
Caduta di tensione operativa	0,44 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra secca
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	TN
Portata Nominale (I _z)	36,27 A (36,27 A x 1)
Corrente	4,44 A
Fattore di correzione libero	1
Verifica di JDC	Positiva

2. CALCOLO DELLA SEZIONE

2.1 Criterio termico

2.1.1 Massima corrente ammissibile

In relazione ai dati progettuali, per il tipo di cavo scelto, è stata assunta la seguente portata di riferimento:

$$I_0 = 23 \text{ A}$$

In funzione della temperatura ambiente e della modalità di posa di progetto sono stati assunti i seguenti fattori di correzione:

- per temperatura ambiente diversa da quella di riferimento $k_1 = 0,93$ p.u.
- per circuiti adiacenti e/o numero di strati $k_2 = 1$ p.u.
- per profondità di posa diversa da quella di riferimento $k_3 = 1$ p.u.
- fattore libero di correzione (KFR) $k_4 = 1$ p.u.
- per contributo di terza armonica (fase o neutro) $k_5 = 1$ p.u.

La portata I_z del cavo scelto, nelle condizioni di installazione previste è stata quindi determinata verificando il criterio seguente:

$$I_z \geq I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \geq I_b$$

dove I_b è la corrente di impiego del circuito calcolata in base ai dati di progetto, comprese le eventuali armoniche.

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è pari a:

$$S = 1,5 \text{ mm}^2$$

2.2 Criterio della massima caduta di tensione ammissibile

2.2.1 Regime

La formula assunta per il calcolo delle cadute di tensione a regime è stata la seguente:

$$\Delta V = 2(I \cos \phi + X I \sin \phi)$$

dove:

- ΔV è la caduta di tensione lungo la linea espressa in volt;
- R è la resistenza della linea, espressa in ohm
- I è la corrente di impiego della linea, espressa in ampere
- X è la reattanza della linea, espressa in ohm
- $\cos \phi$ è il fattore di potenza del carico alimentato dalla linea.

La sezione del cavo è stata scelta in modo da soddisfare il vincolo imposto:

$$\Delta V \leq \Delta V_{\max}$$

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è pari a:

$$S = 1,5 \text{ mm}^2$$

3. Scelta/Verifica della sezione

La sezione scelta è:

$$S \geq 1,5 \text{ mm}^2$$

Pertanto in base ai calcoli effettuati può essere considerata corretta

4. CONDIZIONI DI VALIDITA'

I Risultati ottenuti derivano da calcoli analitici la cui affidabilità è stata verificata ma che dipendono dai dati di base introdotti.

I Risultati dei calcoli sono validi solo:

- per carichi lineari
- per i cavi Prysmian

Nella realizzazione impiegata per il dimensionamento della sezione del cavo in relazione al cortocircuito il valore dell' integrale di Joule (I^2t) è stato calcolato assumendo per I il valore efficace della corrente di cortocircuito e per t la durata del cortocircuito stesso.

Quest' approssimazione è valida per cortocircuiti di durata superiore ad alcuni periodi. Nel caso di durate brevi ($<0,1 \text{ s}$) e di impegno di dispositivi di protezione del tipo limitatore il valore dell'integrale di Joule(I^2t) deve essere fornito dal costruttore del dispositivo di protezione.

Le formule impiegate per il calcolo delle cadute di tensione sono valide nell'ipotesi di carichi induttivi, caratterizzati da un fattore di potenza compreso tra 0,9 e 0,5.

I valori di resistenza impiegati per il calcolo delle cadute di tensione sono riferiti alla massima temperatura di funzionamento del cavo scelto.

Report Tratta

Tratta	Q.E.G. - PALO 4
Tensione Esercizio	400 V
cosphi	0,9
Numero delle Fasi	1
Frequenza	50Hz
Lunghezza	65 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' - FG7(O)R
Sezione	4 mm ²
Formazione	2X
Massima caduta di tensione ammissibile	2 %
Caduta di tensione operativa	0,63 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra secca
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RN
Tensione Nominale	0.6/1 kV
Portata Nominale (Iz)	36,27 A (36,27 A x 1)
Temperatura Max Esercizio	90 ° Celsius
Temperatura Max Corto Circuito	250 ° Celsius
Corrente	4,44 A
Fattore di correzione libero	1
Potenza Attiva	1,6 kW
Temperatura in Esercizio Conduttore	30,9 ° Celsius
Verifica di JDC	Positiva
Diametro Esterno	14,2 mm

CALCOLI GIUSTIFICATIVI DEL DIMENSIONAMENTO O DELLA VERIFICA

TRATTA Q.E.G. - PALO 4

1. DATI DI PROGETTO

Numero delle Fasi	1
Lunghezza	65 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' - FG7(O)R
Sezione	4 mm ²
Formazione	2X
Massima caduta di tensione ammissibile	2 %
Caduta di tensione operativa	0,63 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra secca
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RN
Portata Nominale (I _z)	36,27 A (36,27 A x 1)
Corrente	4,44 A
Fattore di correzione libero	1
Verifica di JDC	Positiva

2. CALCOLO DELLA SEZIONE

2.1 Criterio termico

2.1.1 Massima corrente ammissibile

In relazione ai dati progettuali, per il tipo di cavo scelto, è stata assunta la seguente portata di riferimento:

$$I_0 = 23 \text{ A}$$

In funzione della temperatura ambiente e della modalità di posa di progetto sono stati assunti i seguenti fattori di correzione:

- per temperatura ambiente diversa da quella di riferimento $k_1 = 0,93$ p.u.
- per circuiti adiacenti e/o numero di strati $k_2 = 1$ p.u.
- per profondità di posa diversa da quella di riferimento $k_3 = 1$ p.u.
- fattore libero di correzione (KFR) $k_4 = 1$ p.u.
- per contributo di terza armonica (fase o neutro) $k_5 = 1$ p.u.

La portata I_z del cavo scelto, nelle condizioni di installazione previste è stata quindi determinata verificando il criterio seguente:

$$I_z \geq I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \geq I_b$$

dove I_b è la corrente di impiego del circuito calcolata in base ai dati di progetto, comprese le eventuali armoniche.

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è pari a:

$$S = 1,5 \text{ mm}^2$$

2.2 Criterio della massima caduta di tensione ammissibile

2.2.1 Regime

La formula assunta per il calcolo delle cadute di tensione a regime è stata la seguente:

$$\Delta V = 2(I \cos \phi + X I \sin \phi)$$

dove:

- ΔV è la caduta di tensione lungo la linea espressa in volt;
- R è la resistenza della linea, espressa in ohm
- I è la corrente di impiego della linea, espressa in ampere
- X è la reattanza della linea, espressa in ohm
- $\cos \phi$ è il fattore di potenza del carico alimentato dalla linea.

La sezione del cavo è stata scelta in modo da soddisfare il vincolo imposto:

$$\Delta V \leq \Delta V_{\max}$$

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è pari a:

$$S = 1,5 \text{ mm}^2$$

3. Scelta/Verifica della sezione

La sezione scelta è:

$$S \geq 1,5 \text{ mm}^2$$

Pertanto in base ai calcoli effettuati può essere considerata corretta

4. CONDIZIONI DI VALIDITA'

I Risultati ottenuti derivano da calcoli analitici la cui affidabilità è stata verificata ma che dipendono dai dati di base introdotti.

I Risultati dei calcoli sono validi solo:

- per carichi lineari
- per i cavi Prysmian

Nella realizzazione impiegata per il dimensionamento della sezione del cavo in relazione al cortocircuito il valore dell' integrale di Joule (I^2t) è stato calcolato assumendo per I il valore efficace della corrente di cortocircuito e per t la durata del cortocircuito stesso.

Quest' approssimazione è valida per cortocircuiti di durata superiore ad alcuni periodi. Nel caso di durate brevi ($<0,1$ s) e di impegno di dispositivi di protezione del tipo limitatore il valore dell'integrale di Joule(I^2t) deve essere fornito dal costruttore del dispositivo di protezione.

Le formule impiegate per il calcolo delle cadute di tensione sono valide nell'ipotesi di carichi induttivi, caratterizzati da un fattore di potenza compreso tra 0,9 e 0,5.

I valori di resistenza impiegati per il calcolo delle cadute di tensione sono riferiti alla massima temperatura di funzionamento del cavo scelto.