1. Generalità

Il seguente progetto riguarda la realizzazione degli impianti elettrici relativi alla costruzione di un parcheggio pubblico multipiano in Praiano.

Dal punto di vista normativo per il dimensionamento dell'impianto elettrico si ci rifarà alle prescrizioni previste:

- dalla Legge 46/90;
- dalla Norma CEI 64 - 8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua".
- dalla Norma CEI 64 - 10: "Impianti elettrici nei luoghi di pubblico spettacolo e trattenimento".

I valori di portata dei cavi sono ricavati dalle norme CEI-UNEL 35024/1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomero o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria". Per i tipi di posa non previsti da tale norma e per alcuni valori di grande sezione non riportati, è stata impiegata la norma IEC 364-5-523 "Wiring systems. Current-carrying capacities".

Relazione di calcolo

2. Criteri circa il dimensionamento della sezione dei cavi

2.1 Calcolo della corrente d'impiego, potenze e cosϕ

Negli impianti utilizzatori destinati sia ad impieghi civili che industriali le correnti assorbite sono molto variabili sia per le diverse condizioni di carico dei singoli utilizzatori che per la non simultaneità di funzionamento degli stessi.

Per un corretto dimensionamento delle condutture e per la scelta e il coordinamento degli apparecchi di manovra e protezione bisogna valutare la "corrente d'impiego" (Ib) cioè la quantità di corrente che la linea è destinata a trasportare per soddisfare le necessità dei carichi.

La norma 64-8 art.25.4 definisce la corrente Ib nel modo seguente: «valore della corrente da prendere in considerazione per la determinazione delle caratteristiche degli elementi di un circuito. In regime permanente la corrente d'impiego corrisponde alla più grande potenza trasportata dal circuito in servizio ordinario tenendo conto dei fattori di utilizzazione e di contemporaneità. In regime variabile si considera la corrente termicamente equivalente, che in regime continuo porterebbe gli elementi del circuito alla stessa temperatura».

Il regime "permanente" si ha quando gli elementi che costituiscono il circuito hanno raggiunto una condizione di equilibrio termico. Il concetto di "permanente" fa dunque riferimento alla costante di tempo termica dei singoli elementi conduttori.

Tale costante, per i cavi, può variare indicativamente dal minuto alle ore, passando dalle sezioni minori alle maggiori.

Se invece la corrente di carico è variabile periodicamente si considera la corrente

termica equivalente:

$$I_b = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T i^2 \cdot dt} \qquad (1)$$

dove l'intervallo di integrazione T deve essere stabilito in base ad una attenta analisi della corrente negli intervalli di tempo ove essa presenta i valori più alti. L'elemento discriminante per queste valutazioni è la minore costante di tempo termica fra quelle degli elementi costituenti il circuito; in generale si tratta delle condutture, ma non può escludersi che altri elementi risultino più critici a questo riguardo. Si noti che la norma fa infatti riferimento genericamente agli "elementi" del circuito.

Per il calcolo della corrente di impiego utilizziamo nel seguito le seguenti formule:

a) <u>linee terminali</u>

$$I_b = \frac{K_u \cdot P_c \cdot 1000}{c \cdot V_n \cdot \cos(\phi)}$$

dove:

- Pu è la potenza espressa in KW
- Vn è la tensione di alimentazione;
- c = $\sqrt{3}$ per sistemi trifase
- c = 1 per sistemi monofase3
- Ku è il coefficiente di utilizzazione;
- cos ϕ è il fattore di potenza del carico;

b) linee di distribuzione

In questo caso il valore di corrente circolante in ciascuna fase e nel neutro viene calcolata come <u>somma vettoriale</u> delle correnti circolanti nelle linee derivate da quella in esame (si procede cioè da valle verso monte);

$$I_f = K_c \cdot \sum \lfloor I_{faseleneederivate} \rfloor \quad \text{(somma vettoriale)}$$

2.2 Determinazione della sezione dei conduttori di fase

Una volta ricavata la corrente d'impiego I b si deve determinare qual è la sezione ottimale del cavo per portare tale corrente. Questa grandezza dipende da tre differenti fenomeni fisici presenti nella conduttura:

- termico (il cavo si scalda per effetto joule a causa della corrente che lo attraversa)
- elettrico (si ha una caduta di tensione nel cavo dipendente dall'impedenza dello stesso e dalla corrente I b)
- meccanico (i cavi sono sottoposti durante l'installazione a sforzi di trazione e flessione)

Tali fenomeni vengono analizzati di seguito.

2.2.1 Scelta del conduttore in funzione della sua portata

La relazione fondamentale da soddisfare per la scelta corretta della conduttura dal punto di vista termico è:

$$I_b \leq Iz$$

dove Iz è la portata della conduttura definita come: «massimo valore della corrente che può fluire in una conduttura, in regime permanente ed in determinate condizioni, senza che la temperatura superi un valore specificato» [64-8 art. 25.5].

Tale relazione nasce dalla considerazione che ciascun tipo di isolante è caratterizzato da una temperatura massima di esercizio che non può essere superata durante le normali condizioni di funzionamento, previo una riduzione di vita del materiale.

Diventa perciò di fondamentale importanza lo studio del legame esistente tra la corrente che si stabilisce in un conduttore e la temperatura di regime che esso assume quando il sistema è in equilibrio termico. Quando il cavo viene attraversato da una generica ma costante corrente dopo una fase transitoria in cui parte del calore prodotto per effetto Joule nella resistenza del conduttore viene immagazzinato nel cavo con conseguente riscaldamento dello stesso, si ha una successiva condizione di regime termico nella quale la temperatura si mantiene costante e il calore prodotto viene interamente dissipato nell'ambiente.

Da tali considerazioni discende che, nota la temperatura massima ammissibile in regime permanente per un certo tipo di isolante, si determina quale sia la potenza

massima dissipabile (RI^2) e da questa il valore di corrente sopportabile dal cavo, cioè la sua portata.

Lo studio del fenomeno fisico ora esposto risulta in realtà molto complesso poiché il valore della portata risulta influenzato, pur a parità di sezione e isolante, da altri fattori quali:

a) tipo di posa del cavo (da cui dipende il valore di conduttanza termica che regola lo scambio di calore con l'ambiente); ad esempio un cavo in tubo o canale posato in cunicolo chiuso riesce a smaltire meno calore di quanto non faccia lo stesso cavo se posato in tubo o canale interrato e perciò a parità di corrente si porterà a temperatura maggiore (o, per meglio dire, a parità di temperatura massima deve essere attraversato da una corrente minore).

b) temperatura ambiente (tanto più è elevata, tanto minore è la corrente che può attraversare il conduttore; al limite, se un cavo con isolante in PVC si trovasse in un ambiente a temperatura di 70 C° lo stesso conduttore non potrebbe essere utilizzato, previo un rapido deterioramento, in quanto qualunque corrente lo attraversasse lo porterebbe in una condizione di sovratemperatura)

c) presenza di altri conduttori nelle vicinanze (se altri cavi percorsi da corrente sono posti vicini al conduttore in esame la temperatura di quest'ultimo ne è ovviamente influenzata)

Data la complessità del calcolo la normativa ha fornito delle apposite tabelle che tengono conto di tutti questi fattori e che permettono di ricavare la portata di un cavo noto il tipo di isolante e le sue "condizioni al contorno" (tipo di posa, temperatura ambiente, ecc.).

Le principali informazioni per effettuare la scelta della sezione del conduttore da utilizzare in ciascun tratto di linea sono :

- tipo di cavo:
  - unipolare senza guaina
  - unipolare con guaina
  - multipolare
- gruppo di posa
- posa.
- tipo di isolante:
  - polivinilcloruro (PVC)
  - gomma etilenpropilenica (EPR)

- temperatura ambiente
- numero di circuiti raggruppati

2.2.2 Scelta del conduttore in funzione della caduta di tensione

Per un corretto impiego degli utilizzatori è necessario che essi funzionino al valore di tensione nominale per la quale sono previsti. Per tale motivo si deve verificare che la caduta di tensione lungo la linea non assuma valori troppo elevati. I limiti di variazione della tensione sono diversi a seconda del tipo di impianto realizzato e della natura del carico alimentato. Si ricorda inoltre che per macchine sottoposte ad avviamenti che danno luogo ad elevate correnti di spunto, la caduta di tensione sull'utilizzatore deve essere mantenuta entro valori compatibili con il buon funzionamento della macchina anche durante l'avviamento.
Il valore di caduta di tensione in un generico conduttore viene ricavato attraverso la formula:

$$\Delta V_f = I_b \cdot l\left[r \cdot \cos(\phi) + x \cdot \mathrm{sen}(\phi)\right] + \frac{l^2 \cdot \left(r^2 + x^2\right)}{2 \cdot V_f}$$

dove

ΔV f = caduta di tensione del conduttore [V]

V f = tensione di fase [V]

I b = corrente di impiego della linea [A]

l = lunghezza della conduttura [m]

r = resistenza specifica del conduttore [Ω/m]

x = reattanza specifica del conduttore [Ω/m]

cos ϕ = angolo di sfasamento tra la I b e la tensione di fase.

Nei sistemi trifase equilibrati il valore della caduta di tensione, rispetto al valore della tensione concatenata, si ottiene moltiplicando la (1) per $\sqrt{3}$:

$$\Delta V_{tr} = \sqrt{3} \cdot \Delta V_{tr}$$

Nei sistemi monofase la caduta di tensione totale si ottiene sommando la caduta di tensione nella fase con quella nel neutro. Poiché per questi sistemi i conduttori di fase e di neutro devono avere la stessa sezione è sufficiente moltiplicare per 2 il valore fornito dalla (1):

$$\Delta V_{mon} = 2 \cdot \Delta V_{mon}$$

La formula (1) fornisce il valore della caduta di tensione in Volt; il valore percentuale si ricava da:

$$\Delta V_{tr}\% = \frac{\Delta V_{tr} \cdot 100}{\sqrt{3} \cdot V_f} \qquad \Delta V_{mon}\% = \frac{\Delta V_{mon} \cdot 100}{V_f}$$

Per effettuare il dimensionamento delle condutture quindi inizialmente si calcola la sezione del conduttore in modo da avere una portata superiore alla corrente d'impiego.

Ricava poi la caduta di tensione attraverso l'impedenza del conduttore così determinato e, se il valore trovato supera il valore impostato, si continua ad aumentare la sezione del cavo in modo da ridurre i valori di resistenza e reattanza unitarie e perciò diminuire la caduta di tensione fino a rientrare nel limite prefissato.

2.2.3 Dimensionamento meccanico della conduttura

Il dimensionamento della sezione dei conduttori ai solo fini termici ed elettrici comporterebbe, per correnti d'impiego dell'ordine di pochi ampere, l'adozione di sezioni troppo esigue dal punto di vista della resistenza meccanica (durante l'installazione i cavi sono sottoposti a sforzi di flessione e trazione anche pesanti), della affidabilità antinfortunistica, del serraggio agli usuali morsetti.

Per impianti di uso generale la sezione minima da usare è pari a 1.5 mm², è però necessario consultare le rispettive norme per i vari casi particolari.

3. Calcolo delle correnti di Corto Circuito

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 circuiti 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. La conduttura è comunque protetta contro tale tipo di guasto se è presente anche la protezione da sovraccarico.

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.

4. Protezione dai sovraccarichi

Si è analizzato in precedenza come il criterio base per il dimensionamento di una conduttura sia correlato al legame esistente tra temperatura di esercizio del cavo e il decadimento nel tempo del materiale isolante: qualsiasi condizione di funzionamento che comporti un passaggio di corrente di valore superiore alla portata del cavo (I_z) ha come conseguenza una sovratemperatura rispetto alla temperatura massima consentita in servizio permanente e quindi determina una riduzione della vita del cavo. Il problema della protezione dai sovraccarichi delle condutture è quindi, per gli impianti elettrici in bassa tensione, essenzialmente un problema termico: si devono limitare le correnti in modo tale che il cavo non raggiunga, per effetto Joule, temperature tanto elevate da compromettere l'integrità e la durata dell'isolante; il danno che l'isolante può subire non dipende ovviamente solo dalle temperature raggiunte ma anche e soprattutto dalla durata della sollecitazione termica.

Per corrente di sovraccarico di una conduttura si intende qualsiasi corrente che risponda ai due seguenti requisiti:

- percorre un circuito elettricamente sano
- supera il valore della portata Iz della conduttura considerata

All'art. 433.1 della norma 64-8 si afferma che «devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che. tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circondante le condutture».

Poiché la corrente di sovraccarico può essere originata da cause diverse è necessario distinguere in:

- corrente di sovraccarico di natura "funzionale" prevista nell'ambito dell'esercizio ordinario dell'impianto (ad esempio avviamento di motori)
- corrente di sovraccarico di natura "anomala" dovuta ad irregolari funzionamenti del sistema elettrico (variazioni nella tensione di alimentazione che perdurano nel tempo, inserimento contemporaneo di troppi carichi, motori con rotore bloccato, ecc.)

Mentre la prima deve essere sopportata dalla conduttura senza provocare l'intervento delle protezioni, la seconda deve essere necessariamente interrotta se supera determinati valori di intensità e durata.

4.1 Scelta del dispositivo di protezione

Le due condizioni fondamentali da rispettare per una corretta scelta del dispositivo di protezione dal sovraccarico sono [64-8 art. 433.2]:

$$I_b \leq I_n \leq Iz \qquad (1)$$

$$I_f \leq 1.45 \cdot Iz \quad (2)$$

In tali relazioni compaiono, oltre alla corrente di impiego e alla portata della conduttura, la corrente nominale (In) e la corrente di intervento (If) del dispositivo di protezione [corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite].

La relazione (1) e' formata da tre disequazioni:

a) la portata della conduttura deve essere maggiore o quanto meno uguale alla corrente d'impiego;

$$I_b \leq Iz$$

b) il dispositivo posto a protezione della linea deve avere una corrente nominale tale da lasciar passare permanentemente la corrente di normale funzionamento dei carichi:

$$I_b \leq I_n$$

c) la terza relazione deriva dalla considerazione che l'apparecchio di protezione deve interrompere le eventuali correnti superiori alla portata del cavo, cioè:

$$I_n \leq Iz$$

E' importante osservare che il rapporto If / n per gli interruttori rispondenti alla norma CEI EN 60898 e alle norme CEI EN 60947 è sempre inferiore o uguale a 1.45. Ne consegue. che per qualunque interruttore costruito secondo tali norme, risulta automaticamente soddisfatta la relazione:

$$I_f \leq 1.45 \cdot Iz$$

e pertanto ne deriva che la scelta dell'interruttore automatico può essere fatta soddisfando solo la relazione (1).

5. Protezione dai Corto Circuiti

I dispositivi idonei alla protezione contro i corto circuiti devono rispondere alle seguenti condizioni [64-8 art. 434.2]:

a) avere un potere di interruzione (P i) non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione (I cc max) (tranne quando si effettua la protezione serie :

$$I_{cc\ max} \leq P_i \quad (1)$$

b) intervenire in modo tale che tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito siano interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile. Al fine di verificare tale condizione è necessario soddisfare, per ogni valore possibile di corto circuito, alla seguente condizione:

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

il termine (I^2t) è l'energia specifica lasciata passare dal dispositivo di interruzione (integrale di Joule) e corrisponde all'integrale rispetto al tempo del quadrato del valore istantaneo della corrente, valutato in un opportuno intervallo di tempo che si estende dall'istante in cui si stabilisce la sovracorrente sino alla sua interruzione:

$$\left(I^2 t\right) = \int_0^t i^2\, dt$$

Per le considerazioni in oggetto, fissate determinate condizioni di funzionamento, ciò che interessa conoscere è la curva che fornisce i valori massimi di (I^2t) in funzione della corrente di corto circuito presunta.

L'energia specifica è una grandezza introdotta dalle Norme per valutare l'entità dell'energia termica specifica lasciata passare dal dispositivo di protezione durante il corto circuito. Dimensionalmente non è una grandezza fisicamente indicativa (A^2s) ma lo diventa quando è moltiplicata per la resistenza dell'elemento interessato, determinando così l'energia sviluppata dalla corrente di corto circuito all'interno di esso. Per i corto circuiti di durata compresa tra 0.1 s e 5 s il valore di (I^2t) si può ottenere assumendo per la I il valore efficace in ampere della corrente di corto circuito e per t la durata, in secondi, del corto circuito stesso; per durate molto brevi (< 0.1 s) dove l'asimmetria della corrente è notevole, e per i dispositivi di protezione limitatori di corrente, il valore di (I^2t) lasciato passare deve essere indicato dal costruttore del dispositivo di protezione.

Il termine K^2S^2 rappresenta il massimo valore di energia specifica che il cavo è in grado di sopportare, supponendo un funzionamento adiabatico. Tale valore, moltiplicato per la resistenza del conduttore, determina il calore che, dissipato per

effetto joule nel conduttore, porta il cavo alla massima temperatura ammissibile in caso di corto circuito (pari a 70°C per cavi con isolamento in PVC e a 90°C per cavi in EPR).

E' importante osservare che il termine K^2S^2 risulta essere indipendente dal tipo di posa del cavo in quanto, non avendo considerato la scambio termico con l'ambiente (funzionamento adiabatico), è ininfluente la conoscenza del valore di conduttività termicatra conduttura e ambiente circostante.

La formula (2) esprime chiaramente che se l'integrale di Joule lasciato passare dal dispositivo di protezione non supera il valore K^2S^2 ammesso dal conduttore la protezione è assicurata in quanto la temperatura del cavo si mantiene inferiore al massimo valore ammissibile.

Il termine K^2S^2 risulta composto da due termini:

- S sezione del conduttore [mm^2]
- K coefficiente che tiene conto del materiale conduttore e delle caratteristiche termiche dell'isolante; è funzione di vari parametri quali:
    - · calore specifico medio del materiale conduttore
    - · resistività del materiale conduttore
    - · temperatura iniziale e finale del conduttore

6. Descrizione dell’impianto elettrico e analisi dei carichi

I lavori realizzati oltre che alla normativa vigente espressa dalle norme CEI, sono stati eseguiti tenendo oltremodo presenti i moderni canoni di sicurezza dettati dalle recenti norme del settore (D.Lgs. 626/94, D.Lgs 242/95, DPR 303/57, DPR 547/55).

Sono state progettate ex novo, la rete di terra, la rete telefonica e la rete locale di computer del tipo ETHERNET, che si presentano indipendenti dall’impianto elettrico.

Particolare attenzione è stata rivolta alla sicurezza attiva, adottando lampade per l’illuminazione di sicurezza in ogni locale.

L’impianto ha origine in un quadro generale e si sviluppa in modo indipendente per ciascun piano dell’edificio.

L’impianto ha origine dal quadro elettrico generale posto nello spazio di ingresso destinato agli addetti alla guardiania. Dal quadro generale l’impianto elettrico di sviluppa orizzontalmente servendo le varie aule, i corridoi ed i servizi per ciascun piano, e verticalmente collegando i vari quadri di piano.

Il circuito luci è stato separato da quello prese, così come sono stati realizzate linee dedicate per i servizi principali (centraline TELECOM, impianto di antenna, ecc.).

Il dimensionamento dei conduttori è stato realizzato su una stima dei carichi elettrici che saranno presenti all’interno dell’edificio, considerando per questi anche un forfetario incremento di potenza.

I dati di calcolo elettrico per ciascuna linea avente origine dal quadro elettrico generale sono riportati nell’allegato di calcolo.

7. Materiali da utilizzare

7.1 Cavi

L'impianto sarà realizzato con dorsali principali in controsoffitto mediante canaline in acciaio zincato con coperchio e tramite tubazione corrugata in pvc tipo FK negli ambienti.

I conduttori i saranno del tipo NO7G9 multipolari e NO7G9 unipolari ed avranno le seguenti caratteristiche di isolamento :

Piano	Linea	Sezione(mm2)	Montante/Diram.	Isolamento
Per tutti i piani	prese	3x4	Montante	NO7G9-K
	per tutte le prese	3x2,5	Diramazione	NO7G9-K
	Luci interne	3x2,5	Montante	NO7G9-K
	Luci interne	2x1,5	Diramazione	NO7G9-K
Linee impianto di emergenza e sicurezza		3x1,5		NO7G9-K

- collegamento contatore ENEL – quadro generale :

cavo FG07R da 3×120+1x70 mm² ;

7.1.1 Prese

Per quanto riguarda le prese sono state utilizzate prese con le seguenti caratteristiche:

- prese bipasso da 10/16 A, 2P+T, 230V - in tutti i locali;
- prese bipasso da 10/16 A, 2P+T, IP67, 230V – nei bagni e negli ambienti umidi ;
- prese interbloccate da 16 A, P+N+T, IP54, 230V – centrale termica e deposito ;

7.1.2 Illuminazione

L'impianto di illuminazione progettato, prevede l'illuminazione delle aule e dei corridoi è stata ottenuta mediante plaffoniere con corpo in acciaio provviste di due lampade a neon da 58W. Talune di queste saranno provviste di una batteria con annesso circuito di conversione DC/AC per l'alimentazione delle stesse in caso di mancanza di energia elettrica. Avremo anche dei circuiti indipendenti per l'illuminazione della segnaletica di emergenza e sicurezza.

8. Impianto lampade di emergenza e sicurezza

Per quanto riguarda l'impianto di lampade di emergenza e sicurezza, questo sarà costituito dei seguenti elementi :

- corpo e riflettore in materiale plastico autoestinguente;
- isolamento di classe II, grado di protezione IP 40;
- tubo fluorescente 6 W (per la segnaletica di sicurezza) o 18 W per la segnaletica di emergenza;
- batterie ermetiche al nichel-cadmio o al piombo ricaricabili direttamente, tramite trasformatore e raddrizzatore incorporato, dalla tensione di rete (220 V);
- autonomia 1 ore circa.

9. Quadro elettrico

Le dimensioni dei quadri, tutti in lamiera, saranno tali da contenere tutte le apparecchiature richieste e da rendere facilmente accessibili le morsettiere, come pure i morsetti delle apparecchiature.

In altri termini, tutti i collegamenti si potranno effettuare razionalmente, senza un eccessivo stipamento dei conduttori in arrivo e in partenza.

10. Impianto di messa a terra

L'impianto di messa a terra in generale sarà costituito da i seguenti elementi:

- dispersori a picchetto;
- collegamento tra i dispersori: corda in rame nudo da 35 mm²;

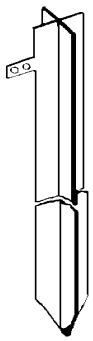
10.1 Dispersore

Si utilizzeranno dispersori a picchetto del tipo a croce in profilato di acciaio zincato a caldo con spessore 7 mm, diametro esterno 50 mm e lunghezza 1.5 m, interrati alla profondità di almeno 100 cm.

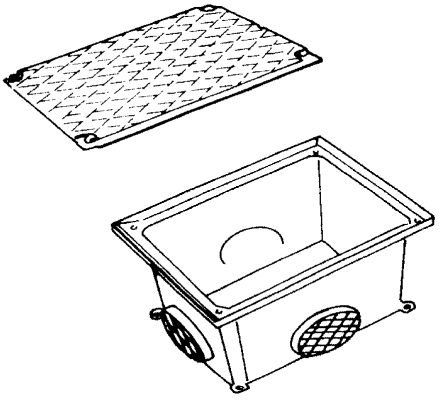
10.1.1 Il pozzetto

Il pozzetto ha lo scopo di contenere e di rendere ispezionabile il dispersore.

Si useranno dei pozzetti prefabbricati in materiale isolante coperti da chiusini in ferro.



Dispersore



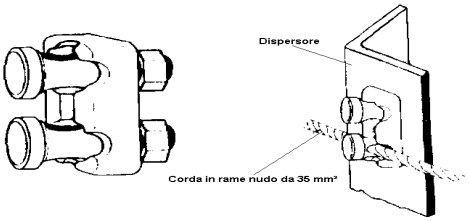
Pozzetto

10.1.2 Collegamento tra i dispersori

Il collegamento tra i dispersori avverrà tramite una corda in rame nudo da 35 mm² di sezione.

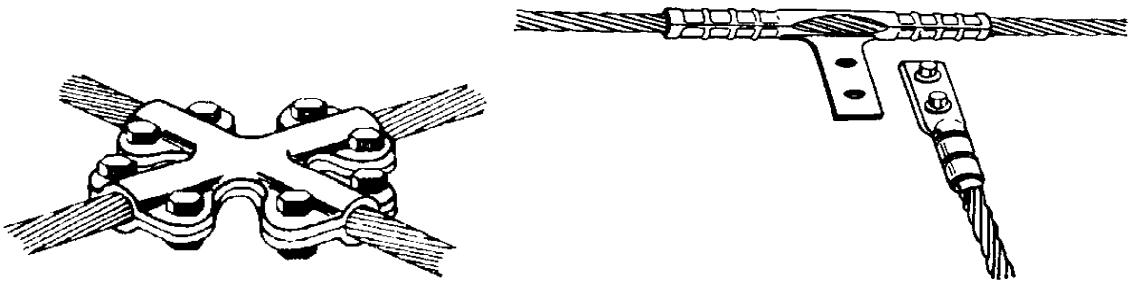
La corda in rame nudo sarà posata direttamente sul terreno (in questo modo oltre

che da collegamento fungerà anche da dispersore) a circa 70 cm. di profondità, sarà ricoperta da terra vegetale per circa 15 cm.; sopra questo strato di terra (a circa 55 cm.) sarà gettato uno strato di cemento, i tubi di protezione per i cavi di fase e un altro strato di cemento.



Collegamento tra i dispersori

Le derivazioni e i giunti per la corda da 35 mm² devono essere effettuati usando uno dei due metodi indicati:



Morsetti di derivazione

10.2 Coordinamento delle protezioni

Le protezioni devono essere coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito di guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi per l'incolumità delle persone, degli animali domestici e delle cose.

La protezione si attua coordinando l'impianto di terra con i dispositivi differenziali. La resistenza dell'impianto di terra (R_t), nelle condizioni più sfavorevoli, deve soddisfare

alla seguente relazione:

$$R_t \leq \frac{50}{I_{dn}}$$

dove: 50 è il valore massimo della tensione di contatto (in volt); I_{dn} è il valore della corrente differenziale di intervento dell'interruttore differenziale (espresso in ampere).

11. Impianto antifurto

E' stato previsto in progetto un impianto antifurto indipendente per ciascuno dei piani dell'edificio. Questo sarà costituito da una centrale antifurto predisposta per 10 zone, tutte le zone sono liberalmente programmabili. La gestione dell'impianto avverrà per mezzo di 4 tastiere dotate di display a cristalli liquidi.

Sarà possibile programmare la centrale per realizzare impianti indipendenti con un'area comune. L'impianto sarà dotato di una sirena autoalimentata , la centralina sarà inoltre dotata di alimentatore supplementare. I sensori saranno del tipo ad infrarosso, con testina orientabile, a tecnologia "4D" contro i falsi allarmi. Saranno inoltre installati alcuni sensori a doppia tecnologia, infrarosso + microonda.

I Tecnici