Istituto Nazionale
di Previdenza
per i Dipendenti
dell'Amministrazione
Pubblica

DIREZIONE REGIONALE EMILIA ROMAGNA
Consulenza Professionale Tecnico-Edilizia

SCHEDE GRAFICHE ESPLICATIVE

Allegato 4 al Piano di Sicurezza e Coordinamento

ex Art.100 e All.XVI D.Lgs. 81/2008

per i lavori di

Manutenzione straordinaria dell'immobile sito in Modena, Via Costellazioni 190, per l'adeguamento funzionale a Direzione Provinciale dell'I.N.P.D.A.P. di Modena

(Immobile ex I.N.A.D.E.L. - UO 49Y 0003 - S2110303)

Bologna, giugno 2011

Il Coordinatore per la Sicurezza
in fase di Progettazione
Ing. Aldo Borriello

Viale Aldo Moro 44 – 40127 Bologna – Tel. 051 4201529 – Fax 051 4201562 – aborriello@inpdap.gov.it

L'impianto elettrico del cantiere

Per la fornitura di energia elettrica al cantiere l'impresa deve rivolgersi all'ente distributore indicando:

- la potenza richiesta.
- la data di inizio della fornitura e la durata prevedibile della stessa.
- dati della concessione edilizia.

Per i cantieri di piccole e medie dimensioni o localizzati in zone ove sono presenti cabine dell'ente distributore, la fornitura avviene solitamente in bassa tensione a 380 V trifase. Per i cantieri di maggiori dimensioni possono essere previste apposite cabine di trasformazione MT/BT. Tali cabine, anche se provvisorie (solo per la durata del cantiere), devono sempre rispettare precisi standard di funzionalità e sicurezza. Dal punto di consegna della fornitura ha inizio l'impianto elettrico di cantiere, che solitamente è composto da:

- quadri (generali e di settore).
- interruttori.
- cavi.
- apparecchi utilizzatori.

Gli impianti elettrici dei cantieri devono essere eseguiti da ditta abilitata dalla Camera di Commercio, come previsto dalla Legge 46/90 all'art. 2. I suddetti impianti non sono soggetti a progettazione obbligatoria ai sensi della Legge 46/90 art. 12 comma 2, anche se il progetto è consigliabile. L'installatore è in ogni caso tenuto al rilascio della dichiarazione di conformità, integrata dagli allegati obbligatori previsti, che va conservata in copia in cantiere. La suddetta dichiarazione di conformità deve essere rilasciata dalla Ditta esecutrice dell'impianto prima della messa in servizio dell'impianto stesso. Per gli impianti dei cantieri in sotterraneo e per gli impianti alimentati con propria cabina di trasformazione, o con gruppi elettrogeni in parallelo alla rete del distributore, è necessaria una progettazione specifica. Tutti i componenti elettrici impiegati è preferibile siano muniti di marchio IMQ o di altro marchio di conformità alle norme di uno dei paesi della CEE. In assenza di marchio (o di attestato/relazione di conformità rilasciati da un organismo autorizzato), i componenti elettrici devono essere dichiarati conformi alle rispettive norme dal costruttore.

I MATERIALI

Grado di protezione

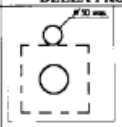
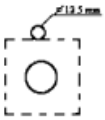
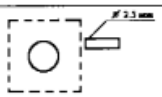
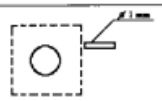
Il grado di protezione di un involucro è identificato con la sigla IP (International Protection), seguita da due cifre ed eventualmente da una lettera aggiuntiva.

- la prima cifra indica il grado di protezione contro la penetrazione dei corpi solidi (Si veda Tab. n.1).
- la seconda cifra indica il grado di protezione contro la penetrazione dei liquidi (Si veda Tab. n.2).
- la lettera aggiuntiva indica il grado di protezione contro i contatti diretti con parti in tensione poste all'interno dell'involucro (Si veda Tab. n.3).

Se una o entrambe le cifre non hanno rilevanza specifica vengono sostituite da una "X". Sono ancora utilizzate alcune particolari classificazioni degli involucri che esprimono il grado di protezione con simboli convenzionali (goccia, doppia goccia, ecc...). La comparazione con i gradi IP è indicata nella Tab. n.2.

Tab. 1

Gradi di protezione IP (prima cifra) contro la penetrazione di corpi solidi

GRADO DI PROTEZIONE	PROVA	DISEGNO SCHEMATICO DELLA PROVA
1	Una sfera di diametro 50 ± 0,05 mm non deve passare attraverso l'involucro, e non deve comunque toccare parti sotto tensione o in movimento. La protezione vale anche per il dorso della mano.	
2	Il dito prova non deve toccare parti sotto tensione o in movimento. Inoltre una sfera di diametro 12,5 mm non deve passare attraverso l'involucro.	
3	Un filo o un attrezzo di diametro 2,5 mm non deve passare attraverso l'involucro.	
4	Un filo di diametro 1 mm non deve passare attraverso l'involucro.	
5	Si tiene l'apparecchio, in condizioni specificate, in una camera avente in sospensione polvere di talco. La quantità di polvere che entra nell'apparecchio non deve nuocere al buon funzionamento del materiale.	
6	La prova di cui al punto 5 non deve dar luogo a depositi visibili di polvere all'interno dell'apparecchio.	

Tab. 1

Tab. 2

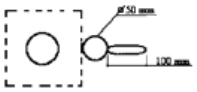
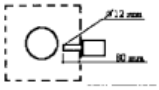
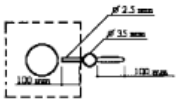
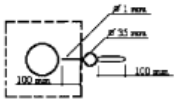
Gradi di protezione IP (seconda cifra) e segni grafici CEE contro la penetrazione dei liquidi.

CEE	CEI			
Simbolo		Grado di protezione	Prova	Disegno schematico della prova
	1	Protezione contro la caduta verticale di gocce d'acqua	L'apparecchio, in posizione normale, è tenuto per 10 min. sotto stillicidio verticale.	
	2	Protezione contro la caduta d'acqua con inclinazione massima di 15°	L'apparecchio, inclinato in ogni senso di 15° rispetto alla posizione normale, è tenuto per 10 min. sotto stillicidio verticale.	
	3	Protezione contro la pioggia	L'apparecchio, in posizione normale, è tenuto per 10 min sotto pioggia artificiale, battente con angolo fino a 60° rispetto alla verticale.	
	4	Protezione contro gli spruzzi	Come prova 3, ma con pioggia battente con inclinazione qualsiasi. Il supporto deve essere forato in modo tale da non costituire un riparo contro gli spruzzi provenienti dal basso.	
	5	Protezione contro i getti	L'apparecchio è investito, da tutte le direzioni, per 3 min con un getto d'acqua proveniente da un ugello normalizzato.	
	6	Protezione contro i getti potenti	Come prova 5, ma con ugello di diametro maggiore.	
	7	Stagno all'immersione temporanea	L'apparecchio è tenuto per 30 min. sotto un battente d'acqua di almeno 150 mm	
	8	Stagno all'immersione continua	Secondo accordi tra fornitore ed acquirente. Le prove, in ogni caso, non potranno essere meno severe di quelle per la cifra 7.	

Tab. 2

Tab. 3

Lettera aggiuntiva (1) indicante la protezione antinfortunistica degli involucri. Norma CEI 70-1 (1992) fasc. 1915 E

A	Protetto contro l'accesso con il dorso della mano	
B	Protetto contro l'accesso con un dito	
C	Protetto contro l'accesso con un attrezzo	
D	Protetto contro l'accesso con un filo	

(1) Utilizzata solo se:
- la protezione effettiva contro l'accesso a parti pericolose è superiore a quella indicata dalla prima cifra caratteristica;
- oppure è indicata solo la protezione contro l'accesso a parti pericolose e la prima cifra caratteristica viene allora sostituita con una **X**.

Tab. 3

Classificazione degli utilizzatori elettrici

Tutti i componenti, apparecchi ed utilizzatori elettrici sono suddivisi in classi (Si veda Tab. n.4) a seconda del tipo di protezione contro i contatti indiretti. Non è possibile utilizzare in cantiere componenti di classe 0 (zero) perchè le condizioni ambientali non lo consentono. Gli utilizzatori di classe I sono quelli muniti di conduttore di protezione giallo-verde, normalmente inserito nel cavo di alimentazione e facente capo allo spinotto di terra presente sulla spina. Gli utilizzatori di classe II sono invece dotati di isolamento doppio o rinforzato e non devono essere collegati a terra. Gli utilizzatori di classe III non dispongono del conduttore di protezione perchè alimentati in bassissima tensione di sicurezza.

Tab. 4

Classificazione degli utilizzatori elettrici in base al loro modo di protezione contro i contatti indiretti

Classe	Descrizione
0 (zero)	Utilizzatore dotato di isolamento principale e non provvisto di alcun dispositivo per il collegamento delle masse a un conduttore di protezione. Nel caso di guasto dell'isola-mento principale, la protezione rimane affidata alle caratteristiche dell'ambiente in cui è posto il componente.
I	Utilizzatore dotato di isolamento principale e provvisto di un dispositivo per il collegamento delle masse ad un conduttore di protezione.
II	Utilizzatore dotato di doppio isolamento o di isolamento rinforzato e non provvisto di alcun dispositivo per il collegamento ad un conduttore di protezione. Sulla targhetta di un utilizzatore di Classe II compare il segno grafico del doppio quadrato.
III	Utilizzatore ad isolamento ridotto perchè destinato ad essere alimentato esclusivamente da un sistema a bassissima tensione di sicurezza, e nel quale non si generano tensioni di valore superiore a quello di tale sistema.

Tab. 4

Quadri

Generalmente all'origine di ogni impianto è previsto un quadro contenente i dispositivi di comando, di protezione e di sezionamento. Negli impianti di cantiere solo il quadro generale viene posizionato stabilmente: tutte le altre componenti sono da considerarsi mobili. La buona tecnica per i quadri di cantiere si osserva realizzandoli o scegliendoli in conformità alle Norme CEI 17-13/1 del 1990 e CEI 17-13/4 del 1992 (specifica per i quadri elettrici destinati ai cantieri e CEI 23/51 del 1996 (quadri per installazioni fisse sino a 125 A). Questi quadri vengono indicati con la sigla ASC (apparecchiatura di serie per cantiere): ogni quadro deve essere dotato di una targhetta che identifichi il costruttore e le relative caratteristiche tecniche.

I principali requisiti ai quali deve rispondere un quadro di cantiere sono:

- perfetto stato di manutenzione.
- grado di protezione idoneo all'ambiente in cui tale quadro viene collocato e non comunque inferiore a IP 44.
- protezione dai contatti diretti e indiretti.
- resistenza agli urti meccanici ed alla corrosione.
- struttura idonea a sopportare le temperature esterne ed il calore prodotto dalle apparecchiature contenute.

I quadri elettrici che subiscono modifiche di tipo manutentivo nel corso del loro impiego non devono perdere i requisiti di sicurezza iniziali. Le modifiche possono riguardare la sostituzione o l'eliminazione di componenti (es. sostituzione di un interruttore magnetotermico con uno magnetotermico-differenziale); tali modifiche non devono però diminuire le prestazioni del quadro per quanto riguarda le caratteristiche elettriche, i limiti di sovratemperatura (il calore prodotto dal componente installato non deve essere superiore a quello del componente originario) e gli ingombri dei nuovi componenti, che non devono diminuire il volume libero all'interno del quadro, al fine di consentire il corretto smaltimento del calore. Se esistono indicazioni del costruttore in merito, queste devono venire rispettate.

I quadri del cantiere si suddividono in:

- quadri di distribuzione principali (destinati anche ad essere contenuti nell'eventuale cabina) con corrente nominale di almeno 630 A.
- quadri di distribuzione con corrente nominale compresa tra 125 e 630A.
- quadri di distribuzione finale con corrente inferiore a 125A.
- quadri di prese a spina con corrente nominale non superiore a 63A.

Ogni quadro di distribuzione è composto da una unità di entrata, con relativo dispositivo di sezionamento e protezione, e da una unità d'uscita corredata da dispositivi di protezione anche contro i contatti indiretti (es. interruttore differenziale). L'interruttore/sezionatore principale del quadro deve essere munito di un blocco meccanico sull'organo di manovra montato sulla porta, in modo tale che l'apertura di quest'ultima non sia possibile senza aver prima provveduto ad interrompere l'alimentazione a monte di tutti i circuiti presenti all'interno del quadro o che l'apertura stessa provochi il sezionamento automatico dei conduttori.

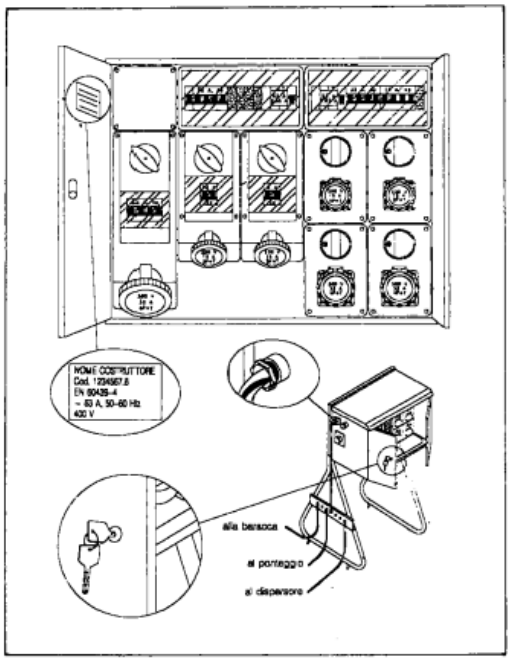
- grado di protezione idoneo all'ambiente in cui tale quadro viene collocato e non comunque inferiore a IP 44.
- protezione dai contatti diretti e indiretti.
- resistenza agli urti meccanici ed alla corrosione.
- struttura idonea a sopportare le temperature esterne ed il calore prodotto dalle apparecchiature contenute.

I quadri elettrici che subiscono modifiche di tipo manutentivo nel corso del loro impiego non devono perdere i requisiti di sicurezza iniziali. Le modifiche possono riguardare la sostituzione o l'eliminazione di componenti (es. sostituzione di un interruttore magnetotermico con uno magnetotermico-differenziale); tali modifiche non devono però diminuire

le prestazioni del quadro per quanto riguarda le caratteristiche elettriche, i limiti di sovratemperatura (il calore prodotto dal componente installato non deve essere superiore a quello del componente originario) e gli ingombri dei nuovi componenti, che non devono diminuire il volume libero all'interno del quadro, al fine di consentire il corretto smaltimento del calore. Se esistono indicazioni del costruttore in merito, queste devono venire rispettate.
I quadri del cantiere si suddividono in:

- quadri di distribuzione principali (destinati anche ad essere contenuti nell'eventuale cabina) con corrente nominale di almeno 630 A.
- quadri di distribuzione con corrente nominale compresa tra 125 e 630A.
- quadri di distribuzione finale con corrente inferiore a 125A.
- quadri di prese a spina con corrente nominale non superiore a 63A.

Ogni quadro di distribuzione è composto da una unità di entrata, con relativo dispositivo di sezionamento e protezione, e da una unità d'uscita corredata da dispositivi di protezione anche contro i contatti indiretti (es. interruttore differenziale).
L'interruttore/sezionatore principale del quadro deve essere munito di un blocco meccanico sull'organo di manovra montato sulla porta, in modo tale che l'apertura di quest'ultima non sia possibile senza aver prima provveduto ad interrompere l'alimentazione a monte di tutti i circuiti presenti all'interno del quadro o che l'apertura stessa provochi il sezionamento automatico dei conduttori (Si veda anche figura sottostante).



– Cantiere medio (25 kW) - Prospetto e sistema di installazione del quadro generale.

Cavi

Per la realizzazione degli impianti dei cantieri si possono adottare i seguenti tipi di cavi:

SIGLA	CARATTERISTICHE	TIPO DI POSA
FROR 450/750V	Cavo multipolare con isolamento e guaina in PVC, non propagante l'incendio.	Fissa.
N1VV-K	Cavo unipolare o multipolare con isolamento e guaina in PVC, non propagante l'incendio.	Fissa o Interrata.
FG7R 0,6/1kV FG7OR 0,6/1kV	Cavo unipolare o multipolare isolato in gomma di qualità G7 con guaina in PVC, non propagante l'incendio.	Fissa o Interrata.
HO7RN-FFG1K	Cavo isolato in gomma sotto guaina esterna in neoprene a corda flessibile, resistente all'acqua e alla abrasione.	Fissa o Mobile.
FGK 450/750V FG1OK 450/750V FGVOK 450/750V	Cavo unipolare o multipolare, flessibile isolato in gomma sotto guaina di neoprene.	Fissa o Mobile.

Si intendono adatti per posa fissa i cavi destinati a non essere spostati durante la vita del cantiere (es. cavo che dal contatore va al quadro generale e dal quadro generale alla gru o all'impianto di betonaggio). I cavi per posa mobile possono essere invece soggetti a spostamenti (es. cavo che dal quadro di prese a spina porta ad un utensile trasportabile). È opportuno sottolineare che i cavi con guaina in PVC non sono adatti per posa mobile perché a temperatura inferiore 0 °C il PVC diventa rigido e, se piegato, rischia di fessurarsi. Anche per le linee aeree (soggette all'azione del vento) è preferibile adottare un cavo per posa mobile, con l'avvertenza di installare eventualmente un cavo metallico di sostegno (Si veda Fig. A).

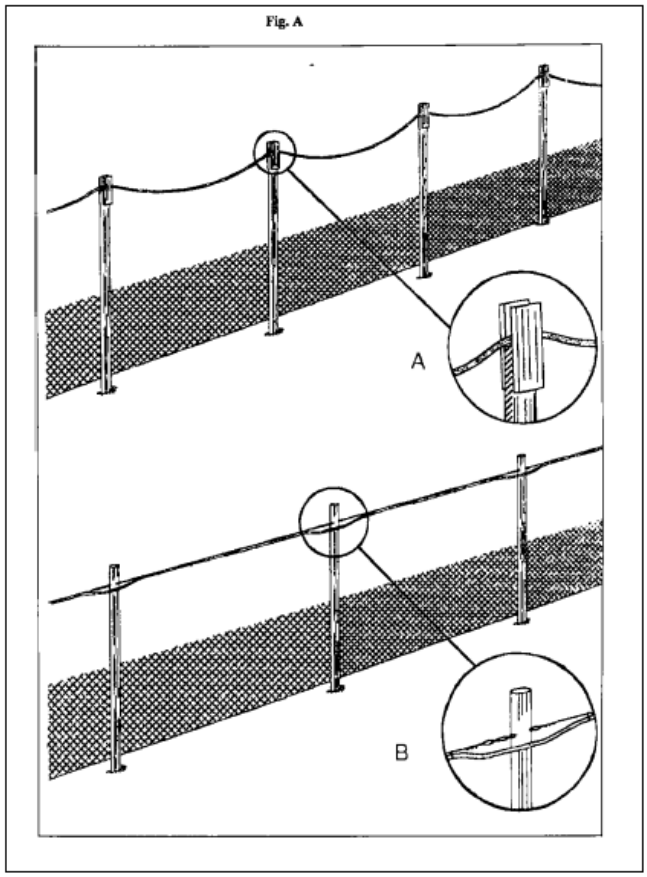


Fig. A

Le funi metalliche degli impianti di sollevamento non devono essere impiegate come cavi di sostegno per linee elettriche aeree perché i trefoli logori delle funi metalliche stesse possono danneggiare le guaine di protezione dei condotti elettrici. I cavi che alimentano apparecchiature trasportabili all'interno del cantiere devono essere possibilmente sollevati da terra e non lasciati sul terreno in prossimità dell'apparecchiatura o del posto di lavoro, in maniera tale da evitare danneggiamenti meccanici. Per evitare le sollecitazioni sulle connessioni dei conduttori è necessario installare gli appositi "pressacavo" (Si veda Fig. B).

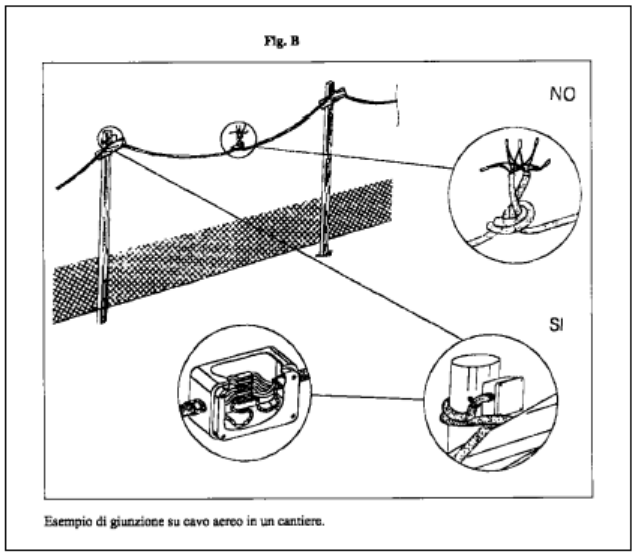


Fig. B

All'interno del cantiere i cavi non devono ostacolare le vie di transito o intralciare la circolazione di uomini e mezzi. I cavi su palificazione (aerei) devono essere disposti in modo da non intralciare il traffico (altezza non inferiore a 2 metri solo per la viabilità pedonale) e non essere sottoposti a sollecitazioni. La posa della linea principale può essere anche di tipo interrato: in questo caso i cavi dovranno essere atti alla posa interrata e protetti dagli eventuali danneggiamenti meccanici con appositi tubi protettivi (Si veda Fig. C e D).

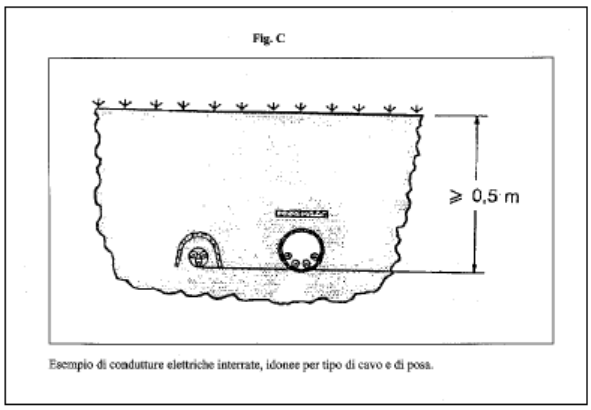


Fig. C

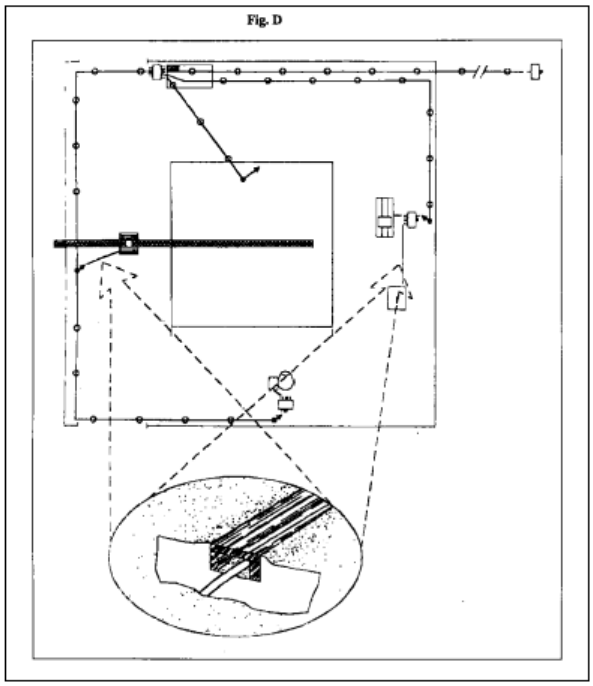
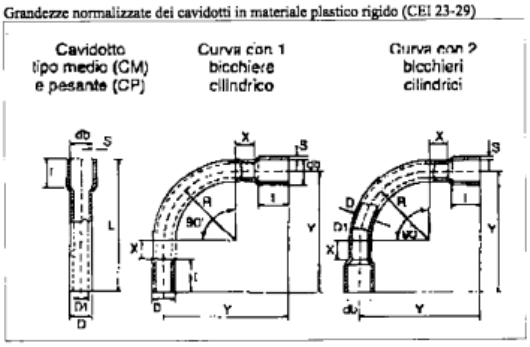


Fig. D

I tubi protettivi devono essere di opportune dimensioni e adeguata resistenza (Si veda Tab. n.5). Le connessioni dei conduttori devono essere realizzate in apposite cassette di derivazione con grado di protezione idoneo all'ambiente in cui vengono collocate (minimo IP44). Sono preferibili cassette di giunzione/derivazione in materiale termoplastico, dotate di coperchio con viti e pareti liscie non perforate (Si veda Tab. n. 5, Fig. E e Fig. F).

Tab. 5

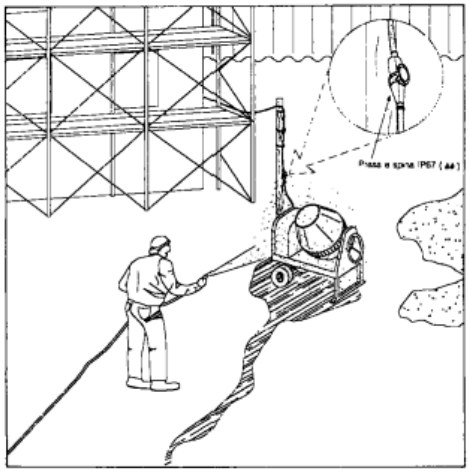
Grandezze normalizzate dei cavidotti in materiale plastico rigido (CEI 23-29)



Grandezza	Diametro nominale D (mm)	Diametro D1 (min) (mm)	Raccordo a bicchiere			Curva	
			db (mm)	S (min) (mm)	I (min) (mm)	R (min) (mm)	Y (min) (mm)
50	50	40	50,4	1,5	50	150	200
63	63	53	62,5	1,8	63	189	252
80	80	68	80,7	2	80	240	320
100	100	88	100,8	2,4	100	300	400
110	110	96	111,0	2,8	110	330	440
125	125	108	126,0	3,2	125	375	500
160	160	140	161,2	3,6	160	480	640
200	200	176	201,5	4	200	600	800

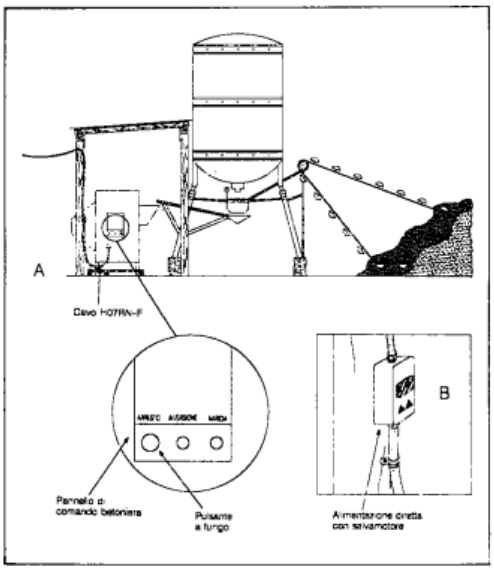
- prescrizioni e verifiche secondo Norme CEI
- colore: qualsiasi ad eccezione di arancio, giallo e rosso
- lunghezza di fornitura minimo 3 m
- lunghezza preferenziale: 3 o 4 m

Tab. 5



– Le prese a spina fisse, che possono essere soggette a getti d'acqua, devono avere un grado di protezione IP67 (▲▲).

Fig. F



– Comando funzionale per impianto di betonaggio.
A) Alimentazione da presa a spina e quadro di comando (avviatore e pulsante di marcia/arresto).
B) In alternativa alla soluzione A, si può realizzare un'alimentazione diretta tramite salvamotore con relè di minima tensione.

Fig. E

Se la connessione è realizzata in sedi critiche, ad esempio in presenza di getti d'acqua o di esposizione alla penetrazione di polveri, come nel caso di vicinanza all'impianto di betonaggio, dovrà essere previsto un grado di protezione IP55. L'impiego di prolunghe va preferibilmente limitato al solo tipo con rullo avvolgicavo, con l'accortezza di riavvolgere il conduttore dopo ogni impiegoe di mantenere disinserita la spina dell'utilizzatore dalla presa del rullo durante le fasi di svolgimento e riavvolgimento della prolunga. I cavi devono essere rivestiti in neoprene (H07RN-F) con caratteristiche di resistenza all'abrasione e all'esposizione all'acqua. È preferibile adottare avvolgicavo muniti di protezione incorporata contro le sovraccorrenti o con dispositivo di limitazione della temperatura. Il progetto di norma per gli avvolgicavo (n. 23 H 88.1) prevede che sull'avvolgicavo sia applicata una targa indelebile con le seguenti indicazioni:

- marchio o nome del costruttore.
- tipo, sezione e lunghezza del cavo.
- tensione massima ammessa.
- potenza massima, alla relativa tensione, con cavo completamente arrotolato e con cavo completamente allungato.

Per permettere il corretto smaltimento del calore si prevede che la massima potenza ammissibile per gli avvolgicavo con cavo completamente esteso sia circa 3 volte superiore a quella ammissibile per il cavo completamente avvolto. Sull'avvolgicavo devono essere montate esclusivamente prese di tipo industriale (CEI 23/12). È opportuno utilizzare avvolgicavo con grado di protezione superiore a IP55.

Colorazione dei conduttori

I colori distintivi dei conduttori sono:

- bicolore giallo/verde - per i conduttori di protezione ed equipotenziali.
- colore blu chiaro - conduttore di neutro.

La norma non richiede particolari colori per i conduttori di fase, che devono essere di colore diverso tra loro e in ogni caso non giallo/verde e blu chiaro. Per i circuiti a bassissima tensione di sicurezza (SELV) è preferibile utilizzare cavi di colore diverso da quelli di alta tensione.

Prese a spina

Le prese a spina devono essere usate per alimentare gli apparecchi utilizzatori partendo dai quadri presenti in cantiere. Le prese a spina devono essere protette da un interruttore differenziale con Idn = 0,03A (Idn indica il valore della corrente differenziale nominale di intervento). Lo stesso interruttore differenziale non dovrebbe proteggere un numero eccessivo di prese o linee per evitare che il suo intervento provochi disservizi troppo ampi. La norma CEI non precisa il grado di protezione minimo delle prese a spina che, tuttavia, non può essere inferiore ad IP44, riferito sia a spina inserita che non inserita, in analogia con quanto previsto per i quadri elettrici (Si veda Fig. G e Tab. n.6).

In particolare si possono evidenziare:

- prese a spina protette contro gli spruzzi (IP44).
- prese a spina protette contro i getti (IP55).

Queste ultime sono idonee per l'alimentazione di apparecchiature situate in prossimità dell'impianto di betonaggio, normalmente soggette a getti d'acqua. Particolare attenzione va prestata alla tenuta del "pressacavo", sia nella spina mobile, sia nella presa, fissa o mobile che sia. Oltre ad esercitare un elevato grado di protezione contro la penetrazione nel corpo della spina di polvere e liquidi, il pressacavo serve ad evitare che una eventuale trazione esercitata sul cavo possa sconnettere i cavi dai morsetti degli spinotti. Va anche segnalato che la scindibilità della connessione presa/spina non deve essere considerata in alcun caso come arresto di emergenza. Ciò significa che ogni utilizzatore, macchina o utensile, deve essere autonomamente equipaggiato con il proprio dispositivo d'arresto. Nella Tab. n.6 sono

indicati i colori e le disposizioni dei pioli delle spine più diffuse in cantiere.

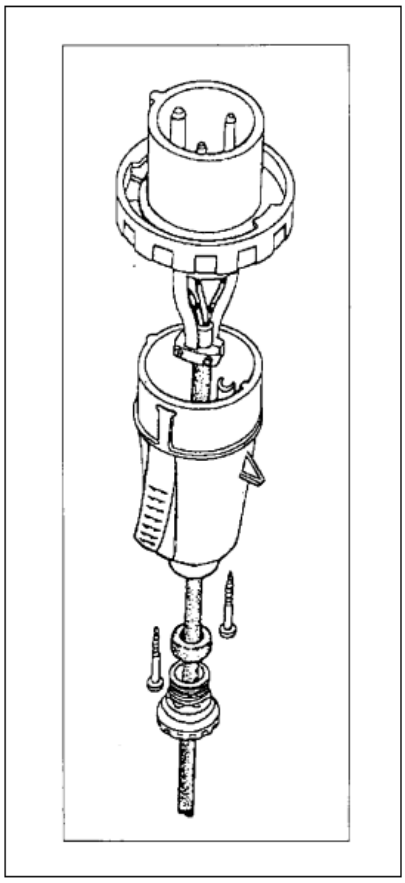


Fig. G

Tab. 6

Prese a spina di tipo industriale (50 Hz), impiegate nei cantieri

Tensione (V)	Numero dei poli	Colore	Riferimento contatto (1)	Disposizione contatti (2)
110	2 P + T	GIALLO	4 h	
220	2 P + T	BLU	6 h	
220 (3)	2 P + T	BLU	12 h	
380	3 P + T	ROSSO	6 h	
380	3 P + N + T	ROSSO	6 h	
380 (3)	3 P + T	ROSSO	12 h	
24	2 P	VIOLA	senza tacca di riferimento	
48	2 P	BIANCO	12 h (*)	
20 ÷ 50 (4)	2 P	BIANCO	10 h (*)	

(1) Riferimento al contatto di terra oppure alla tacca (*).
(2) Disposizione dei contatti guardando la presa dal davanti.
(3) Dal trasformatore d'isolamento.
(4) Corrente continua.

Tab. 6

Prese interbloccate

La presa interbloccata consente l'inserimento ed il disinserimento della spina solamente a circuito aperto, per la presenza di un "interblocco" meccanico che impedisce di operare in presenza di un cortocircuito a valle della presa stessa. Le correnti di cortocircuito diventano pericolose quando superano il valore di 5-6 kA; la presa interbloccata può essere quindi raccomandata nei grandi cantieri con propria cabina di trasformazione. Per ragioni pratiche è preferibile adottare in modo sistematico le prese a spina interbloccata, non conoscendo a priori la corrente di cortocircuito all'ingresso in cui viene collocato il quadro di prese a spina.

Interruttori

Ogni linea in partenza dal quadro generale deve essere sezionabile su tutti i conduttori e protetta sia contro le sovracorrenti che contro i contatti diretti e indiretti. È opportuno che l'interruttore generale possa essere aperto, oltre che manualmente, anche tramite l'azionamento di un pulsante di emergenza, da porre eventualmente in custodia sotto vetro frangibile. Il pulsante d'emergenza risulta obbligatorio nei casi in cui l'interruttore generale si venga a trovare all'interno della cabina o comunque in un locale chiuso a chiave. I vari interruttori per l'alimentazione delle prese o per l'alimentazione diretta delle singole utenze devono essere predisposti per l'eventuale bloccaggio in posizione di "aperto", ad esempio mediante lucchetto. Questa precauzione consente l'applicazione di una corretta procedura antinfortunistica, evitando la rimessa in tensione accidentale delle linee durante le operazioni di manutenzione delle utenze guaste ed impedendo che queste possano venire

utilizzate in assenza delle dovute sicurezze (Si veda Fig. H). Ad ogni interruttore del quadro deve essere abbinata una targhetta con la dicitura della funzione svolta. Per il contenimento degli interruttori automatici modulari si può fare uso di contenitori anch'essi modulari costruiti in materiale isolante autoestinguente ed infrangibile. L'interruttore deve avere grado di protezione idoneo (IP44) in qualsiasi condizione d'uso. L'ingresso del tubo o dei tubi di adduzione dei cavi deve essere a tenuta, tramite guarnizioni efficienti o preferibilmente "pressatubo". È preferibile predisporre l'entrata dei cavi nel contenitore dal basso; nei casi in cui sia necessario l'ingresso dall'alto è buona norma prevedere un riparo contro la pioggia.

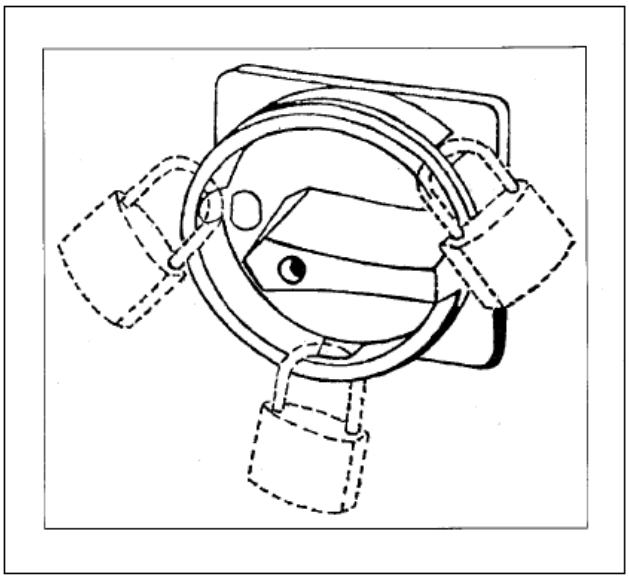
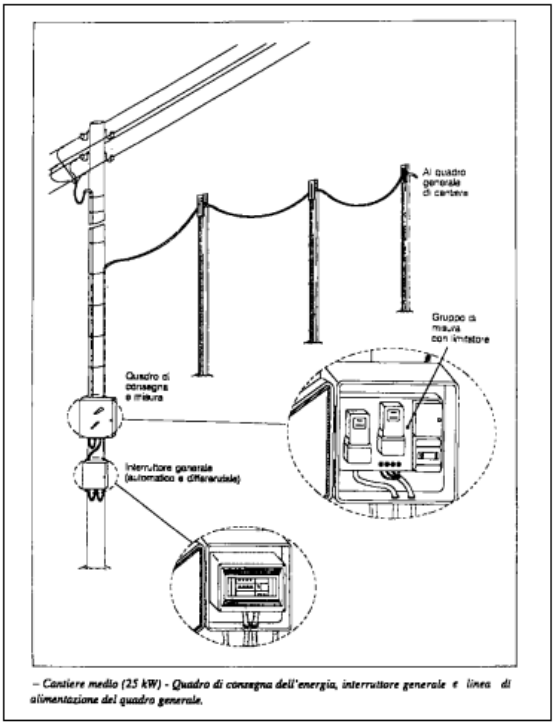


Fig. H

Interruttori automatici magnetotermici

L'interruttore automatico che permette di aprire o chiudere un circuito svolge anche la funzione di protezione della linea dalle sovracorrenti poichè dispone di uno **sganciatore termico** per la protezione dei sovraccarichi e di uno **sganciatore elettromagnetico** con intervento rapido per la protezione dai cortocircuiti. A valle di ogni punto di consegna dell'energia deve essere sempre installato un interruttore automatico magnetotermico (il più vicino possibile al punto di consegna e comunque non oltre 3 m). Occorre ricordare inoltre che non è consentito utilizzare l'interruttore limitatore dell'ente distributore per la protezione della linea che collega il contatore di energia al quadro generale. L'eventuale indicazione "per usi domestici o similari" riportata sull'interruttore significa che sono stati costruiti e provati per l'utilizzo da parte di persone specificatamente addestrate e quindi possono essere impiegati anche nei cantieri e negli ambienti industriali (se dotati delle caratteristiche tecniche necessarie) (Si veda Fig. I).



– Cantiere medio (2,5 kW) - Quadro di consegna dell'energia, interruttore generale e linea di alimentazione del quadro generale.

Fig. I

Interruttori differenziali

L'interruttore differenziale si distingue dall'interruttore automatico per la sua capacità di individuare la presenza eventuale di una corrente di guasto a terra nel circuito a valle. L'interruttore differenziale interviene quando riscontra una differenza tra la somma delle correnti nei conduttori del circuito che lo attraversano, che supera la corrente nominale d'intervento. L'interruttore differenziale è efficace, in coordinamento con l'impianto di terra, come protezione contro i contatti indiretti. Al fine di permettere la verifica del funzionamento dell'interruttore differenziale e la sua corretta manutenzione è raccomandata una prova mensile di efficienza tramite l'azionamento dell'apposito tasto.

L'IMPIANTO DI TERRA E DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

Impianto di terra

L'impianto di terra deve essere unico per l'intera area occupata dal cantiere. L'impianto di terra è composto da:

- elementi di dispersione.
- conduttori di terra.
- conduttori di protezione.
- collettore o nodo principale di terra.
- conduttori equipotenziali.

Elementi di dispersione

I dispersori possono essere:

- intenzionali (o artificiali) interrati, costituiti da tubi metallici, profilati, tondini, ecc..., per i quali le norme fissano dimensioni minime (Si veda Tab. n.7 e Fig. L), allo scopo di garantirne la necessaria resistenza meccanica ed alla corrosione.
- di fatto (o naturali) interrati costituiti essenzialmente dai ferri delle fondazioni in c.a. (plinti, platee, travi continue, paratie di contenimento). Possono essere utilizzate le camicie metalliche dei pozzi, ma non possono essere sfruttate le tubazioni dell'acquedotto pubblico.

I ferri delle fondazioni, in contatto elettrico con il terreno per mezzo del cls, costituiscono una grande superficie disperdente, che permette di raggiungere in genere bassi valori di resistenza verso terra, in grado di mantenersi inalterati anche per periodi di tempo molto lunghi.

Tab. 7

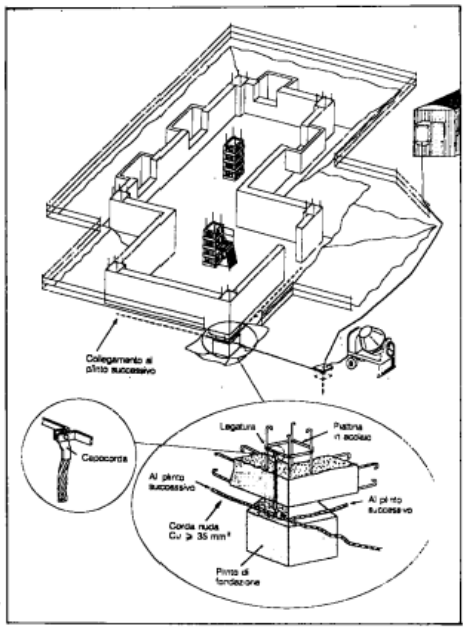
Tab. 7

Dimensioni minime dei dispersori per la messa a terra (CEI 11-8; variante V_6 del 1992)

Tipo di elettrodo	Dimensione (mm) Sezione (mm^2)	Acciaio zincato a caldo (1)	Rame
Piastra	Spessore	3	3
Nastro Sezione	Spessore 100	3 50	3
Tondino o conduttore massiccio	Sezione	50	35
Conduttore cordato	Diametro fili Sezione	1,8 50	1,8 35
Picchetto a tubo	Diametro esterno Spessore	40 2	30 3
Picchetto massiccio	Diametro esterno	20	15 (2)
Picchetto in profilato	Spessore Dimens. trasver. min.	5 50	5 50

(1) Acciaio zincato a caldo secondo Norma CEI 7-6. È ammesso anche l'acciaio senza rivestimento protettivo, purché con spessore aumentato del 50% e con sezione minima 100 mm^2.
(2) Misura valida anche per picchetti in acciaio con rivestimento di rame.

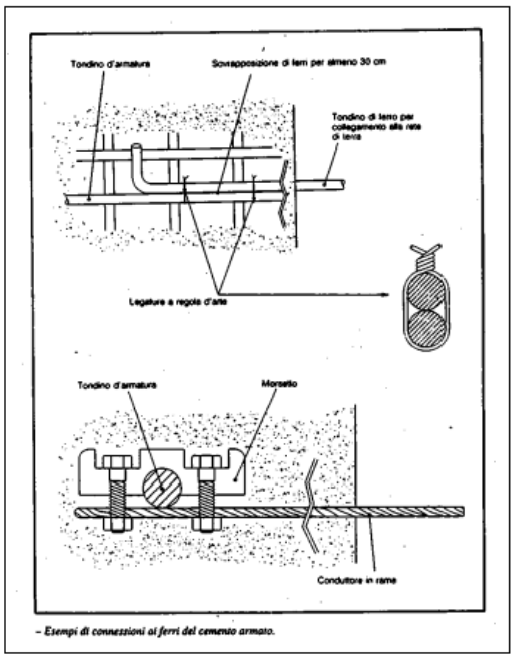
Fig. L



– *Esempio di impianto di terra di fondazione.*

Conduttori di terra

Il conduttore di terra collega i dispersori, intenzionali o di fatto, tra di loro e con il nodo principale di terra. La sezione del conduttore, in funzione delle eventuali protezioni contro l'usura meccanica e contro la corrosione, deve essere di sezione minima conforme a quanto indicato in Fig. N. Se il conduttore è nudo e non isolato svolge anche la funzione di dispersore e deve quindi avere le sezioni minime previste per questi elementi (Si veda Fig. M e Fig. N).



– *Esempi di connessioni ai ferri del cemento armato.*

Fig. M

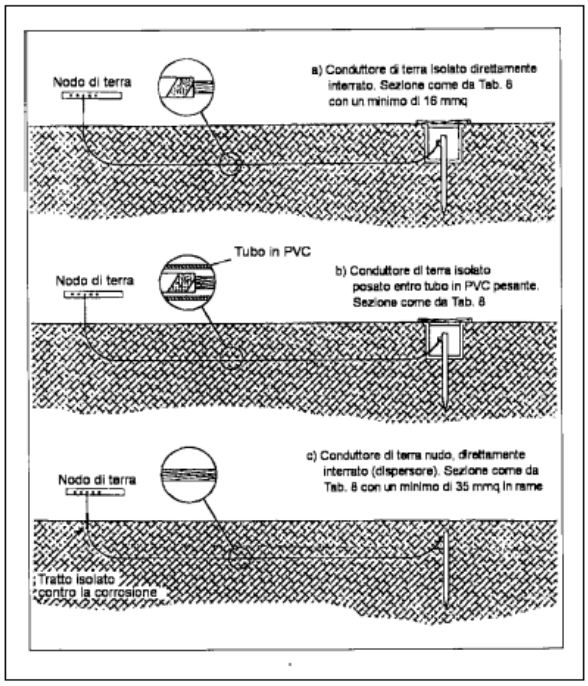


Fig. N

Conduttori di protezione

Il conduttore di protezione (PE) collega le masse delle utenze elettriche al nodo principale di terra. Il conduttore di protezione può far parte degli stessi cavi di alimentazione o essere esterno ad essi, con lo stesso percorso o con percorso diverso, con le sezioni minime indicate in Tab. n.8 e n.9 . Se i conduttori di protezione sono esterni ai cavi o ai tubi si raccomanda di utilizzare una sezione minima di 6 mmq e comunque non inferiore alla sezione del conduttore di fase.

Tab. 8

Tab. 8

Sezione minima del conduttore di protezione

Sezione dei conduttori di fase S (mm^2)	Sezione minima del conduttore di protezione S_p (mm^2)
S <= 16	S_p = S (*)
16 < S <= 35	16
S > 35	S_p = S / 2

(*) Se il conduttore di protezione non fa parte dello stesso cavo, o non è infilato nello stesso tubo, dei conduttori di fase, valgono le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm^2 se è presente una protezione meccanica
- 4 mm^2 se non è presente una protezione meccanica

Tab. 9

Tab. 9

Sezioni dei conduttori equipotenziali principali.

Sezione conduttore di protezione più elevata (mm^2)	Sezione conduttore equipotenziale principale (mm^2)
=< 10	6
16	10
25	16
35	25
50	25
>= 70	25 (*)

(*) Conduttori in rame

Collettore o nodo principale di terra

È l'elemento di collegamento tra i conduttori di terra, i conduttori di protezione ed i collegamenti equipotenziali. È solita-mente costituito da una barra in rame, che deve essere situata posizione accessibile ed avere i collegamenti sezionabili (Si veda Fig. O).

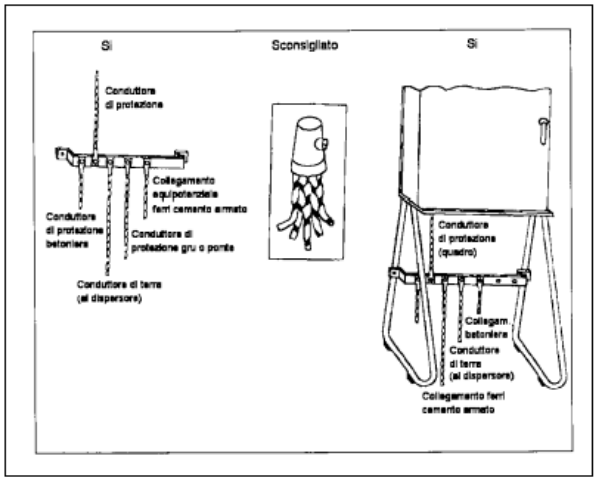


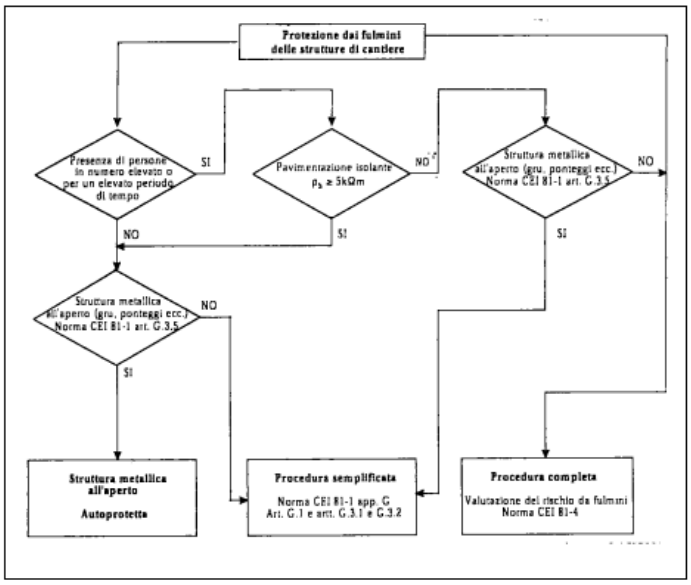
Fig. O

Conduttori equipotenziali

Sono gli elementi che collegano il nodo di terra alle masse metalliche estranee. Per massa estranea si intende una tubazione o una struttura metallica, non facenti parti dell'impianto elettrico, che presentino una bassa resistenza verso terra. Nei cantieri edili, dove la tensione che può permanere sulle masse per un tempo indefinito non può superare i 25 V, si considera massa estranea qualunque parte metallica con resistenza verso terra < 200 Ω (es. ponteggi metallici, baracche in lamiera non isolate). I conduttori devono essere dimensionati secondo la Tab. n.9 . I conduttori di terra,di protezione ed equipotenziali, se costituiti da cavi unipolari, devono avere l'isolante di colore giallo-verde. Per i conduttori nudi non sono prescritti colori o contrassegni specifici; qualora sia necessario contraddistinguerli da altri conduttori, devono essere usate fascette di colore giallo-verde o etichette con il segno grafico ±. Lo stesso simbolo deve individuare i morsetti destinati al collegamento dei conduttori di terra, equipotenziali e di protezione.

PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

Fig. P



La protezione contro le scariche atmosferiche è necessaria per le strutture metalliche di "notevoli dimensioni" da cui l'obbligo della denuncia. La valutazione di questo parametro può essere eseguita seguendo diverse procedure:

- procedura completa (Norma CEI 81-4).
- procedura semplificata (Norma CEI 81-1 Appendici F e G).
- utilizzando il grafico predisposto dalla Guida CEI 64-17. Tale grafico considera un ponteggio o una gru a torre posta in pianura, isolata da altre strutture, un numero massimo di fulmini/anno per km^2 pari a 4, la presenza entro 5 metri dalla struttura di un numero elevato di persone o per elevato periodo di tempo, la resistività del suolo entro 5 metri inferiore a 5 km. Il grafico è stato elaborato a favore della

sicurezza, sutilizzando parametri restrittivi.Diversamente, dovranno essere applicate le procedure 1 o 2 (Si veda Fig P e Fig. Q).

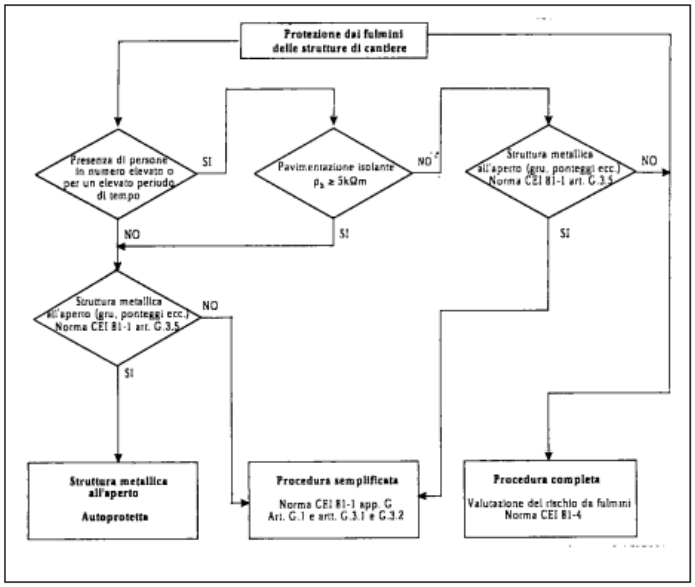


Fig. P

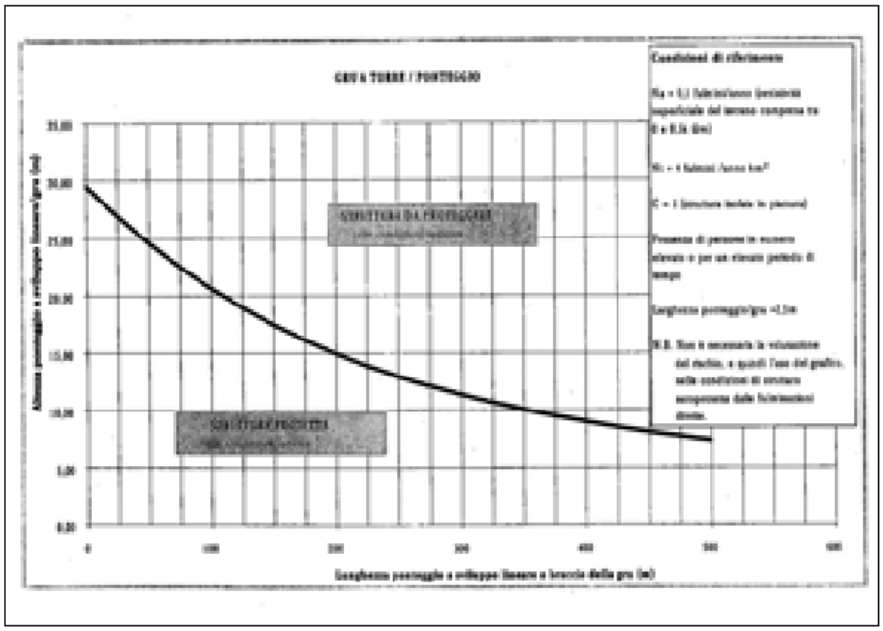


Fig. Q

Nel caso in cui deve essere realizzato un impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, le strutture metalliche presenti possono essere utilizzate come captatori e calate naturali da collegare tra loro e ai dispersori verticali (picchetti, ecc...). La sezione minima del dispersore orizzontale (corda in rame nudo) che collega tra loro i dispersori intenzionali e quelli naturali (gru, ponteggio, baracca, silos, impianto di betonaggio, ecc...) non deve essere inferiore a 35 mm². In ogni caso, utilizzare la Guida CEI 64-17 (Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri). Come già per l'impianto di terra anche quello di protezione contro le scariche atmosferiche può utilizzare i dispersori previsti per l'edificio finito; in ogni caso l'impianto di messa a terra nel cantiere deve essere unico. La sezione minima dei conduttori di terra non deve essere inferiore a 35 mmq (Si veda Fig. R).

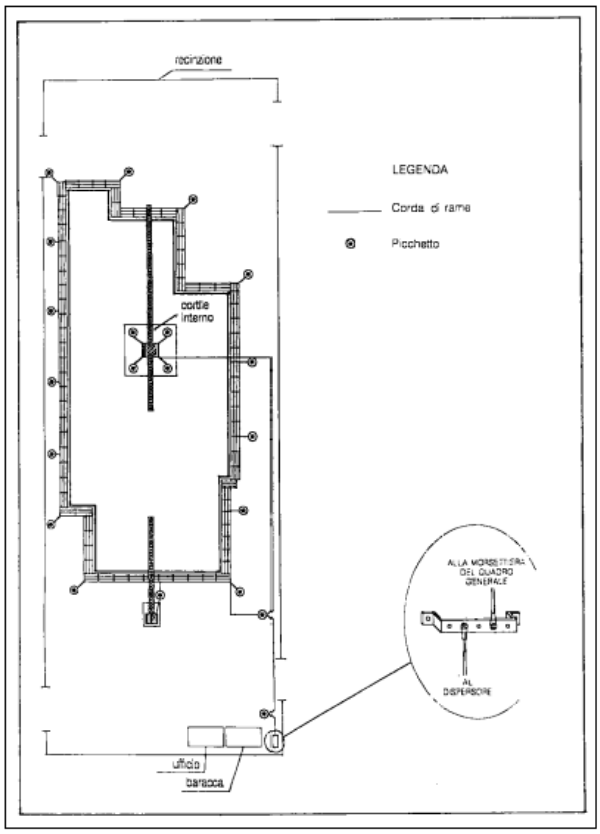


Fig. R

GESTIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico di cantiere, appena installato, deve essere oggetto di verifica/collaudo iniziale a cura della ditta installatrice secondo le indicazioni previste dalla Guida CEI 64-14, come disciplinato dalla Legge 46/90 e definito sulla dichiarazione di conformità. Inoltre l'impianto, essendo soggetto nel tempo a gravose condizioni di impiego ed ambientali, deve essere verificato periodicaente (vedi Norme CEI 11-48 e 64-17) con frequenza stabilita con riferimento alle Norme CEI se presenti (es. CEI 11-1) ed/o alla valutazione del rischio.

Il controllo deve prevedere un esame a vista e le seguenti prove:

- della funzionalità delle protezioni differenziali, degli organi di sezionamento e comando e degli arresti di emergenza.
- dell'integrità dell'impianto di terra, dei cordoni prolungatori, delle guaine cavi, dei pressacavo.
- della continuità dei conduttori di protezione.
- del coordinamento delle protezioni delle condutture.

Dei risultati ottenuti ne deve restare traccia registrata, a disposizione degli organi di controllo preposti. La manutenzione ordinaria, quando comprende anche la riparazione e la modifica dell'impianto, deve essere eseguita esclusivamente da personale addestrato. In cantiere edile, i componenti elettrici spesso vengono riutilizzati, recuperandoli da un cantiere precedente. L'operazione di recupero di quadri elettrici, prese a spina, condutture, apparecchi di illuminazione, deve essere svolto con attenzione e professionalità, da personale addestrato.

LUOGHI CONDUTTORI RISTRETTI

Per luogo conduttore ristretto si intende un luogo delimitato da superfici metalliche o comunque conduttrici, tali da limitare il movimento degli operatori e provocare un probabile contatto con ampie parti del corpo con difficoltà ad interrompere tale contatto. Sono da considerare luoghi conduttori ristretti, ad esempio, le piccole cisterne metalliche e le cavità entro strutture non isolanti le cui dimensioni siano tali che le persone che vi penetrano per effettuare lavori siano continuamente a contatto con le loro pareti. Il concetto è applicabile anche tutte le volte che l'operatore è in stretto contatto con superfici conduttrici con larga parte del corpo a causa del tipo di operazione compiuta, come per il caso dell'operatore che lavora con la cintura di sicurezza su un traliccio metallico. In questi luoghi gli impianti elettrici devono essere eseguiti con prescrizioni particolari. (CEI 64-8/7 art. 706).

"GLI UTILIZZATORI ELETTRICI DI CANTIERE"

Nei cantieri di una certa dimensione, in particolare per quelli dotati di propria cabina di trasformazione, è necessaria la presenza di personale competente in grado di effettuare sia le manovre che gli interventi di manutenzione ordinaria. In linea generale occorre tener presenti le seguenti cautele:

- non si devono impiegare apparecchi elettrici portatili alimentati in rete quando si hanno mani o piedi bagnati.
- non si devono aprire le custodie delle apparecchiature elettriche senza prima avere tolto tensione.
- non si devono rimuovere i collegamenti di messa a terra.
- non si devono estrarre le spine dalle prese tirandole per il cavo.
- non si devono dirigere getti d'acqua contro le apparecchiature elettriche in genere, neppure in caso di incendio.
- non si devono effettuare interventi su apparecchiature sotto tensione.
- non si devono spostare le utenze trasportabili (es. betoniere) senza prima avere tolto tensione, aprendo l'interruttore che si trova a monte del cavo di alimentazione.
- non si devono reinserire gli interruttori di protezione (magnetotermici e differenziali) senza aver prima posto rimedio alla anomalia che ne ha determinato l'intervento.
- sugli apparecchi luminosi non vanno montate lampade di potenza superiore a quella massima consentita.Per contro

in cantiere è necessario:

- verificare il buono stato di conservazione degli utensili elettrici (grado di protezione quando necessario, integrità di custodie, cavi, spine, ecc...), prima dell'utilizzo e dopo l'impiego.
- evitare il contatto dei cavi elettrici con acqua, cemento o calce.
- tenere puliti ed asciutti gli spinotti delle spine, così come gli alveoli delle prese.

È opportuna anche, quando non prescritta espressamente per legge, la realizzazione di apposite cartelle cui vanno raccolte e conservate le istruzioni generali e particolari per l'utilizzo e la manutenzione di macchinari insieme alla copia della dichiarazione di conformità (con gli allegati) rilasciata dall'installatore.

In cantiere si usano apparecchi di illuminazione fissi, trasportabili e portatili. Si definisce trasportabile l'apparecchio che può essere spostato da un luogo ad un altro, rimanendo collegato al circuito di alimentazione. La stabilità, a seconda dell'apparecchio, viene realizzata o con un appoggio a terra tramite sostegno (treppiede) o con un serraggio tramite pinze e morsetti ad elementi fissi. L'apparecchio portatile, di classe II o III, deve poter essere tenuto in mano dagli operatori durante l'impiego, anche se, con accorgimenti particolari, potrebbe essere applicato a strutture fisse. Se l'apparecchio viene impiegato in luoghi bagnati, molto umidi o a contatto con masse metalliche deve essere alimentato con tensione massima 24 volt (SELV).

Nota: SELV = Safety Electric Low Voltage (bassissima tensione di sicurezza):

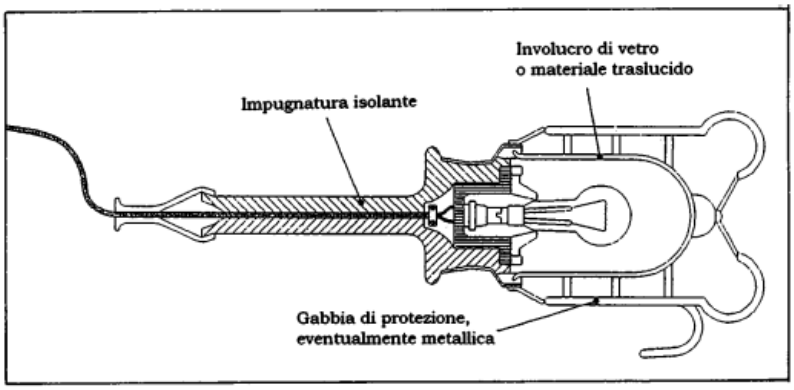
Apparecchi di illuminazione

- la tensione di alimentazione del sistema SELV non deve essere superiore a 50 volt (cantieri 25 volt).
- le apparecchiature devono essere alimentate da un trasformatore di sicurezza 380-220/24 volt (Norma CEI 96-2).
- le parti attive del circuito SELV devono essere separate dagli altri circuiti elettrici.
- le masse delle apparecchiature alimentate da un circuito SELV non devono essere intenzionalmente collegate a terra.
- le spine di apparecchiature alimentate da un sistema SELV non devono poter entrare nelle prese di altri sistemi elettrici.
- le prese a spina del sistema SELV non devono permettere l'introduzione di spine di altri sistemi elettrici.
- le prese e le spine dei circuiti SELV non devono aver un contatto per il collegamento del conduttore di protezione.

Entrambi i tipi di apparecchio, trasportabile e portatile, devono avere come grado di protezione minimo IP44.

Particolare attenzione va prestata alle lampade portatili:

- l'interruttore deve trovarsi completamente rinchiuso dentro l'involucro o l'impugnatura dell'apparecchio, che deve essere a sua volta realizzato in materiale flessibile e isolante, quale gomma o policloroprene.
- la lampada deve essere protetta contro gli urti accidentali.
- il cavo di alimentazione deve essere del tipo H07RN-F con sezione minima dei conduttori pari ad 1 mmq.
- è consigliabile l'adozione di apparecchi dotati di manicotto sagomato di protezione in materiale isolante all'ingresso del cavo nell'apparecchio stesso, per evitare cedimenti, sia della guaina isolante che dei conduttori interni, soggetti a forte logorio meccanico (Si veda Fig. S).



Le lampade portatili devono essere conformi alla norma CEI 34-34.

Fig. S

Utensili portatili

Oltre alle norme generali di comportamento prima ricordate, occorre tener presente che in ambienti critici quali i cantieri edili è opportuno utilizzare apparecchi di classe II e, se necessario, apparecchi di classe III, alimentati in bassissima tensione di sicurezza. Per gli utensili di classe II che fanno uso di liquidi o che lavorano immersi in liquidi (carotatrici, vibratori per calcestruzzo) è raccomandato l'utilizzo di trasformatori di isolamento che garantiscono una separazione delle reti di alimentazione in BT. Particolare attenzione va prestata all'impugnatura dell'utensile che deve essere almeno ricoperta da idoneo materiale isolante resistente all'usura meccanica, ed al cavo di alimentazione che non deve essere annodato o fissato con sistemi di fortuna.