

---

Corso 120 ore abilitante per Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione ed Esecuzione dei lavori nell'ambito di cantieri temporanei o mobili, art. 98, comma 2 D. Lgs 81/08 e s.m.i (All. XIV)

Rischio Elettrico in Cantiere - Impianti di Terra e Protezione Scariche Atmosferiche

Prof. Ing. Fabrizio Pilo, Ph.D.

Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica – Università di Cagliari

# Sommario

---

1. Rischio Elettrico, Leggi e Norme, Responsabilità;
2. Protezione dai Contatti Diretti e Cenni ai Lavori Elettrici;
3. Protezione dai Contatti Indiretti;
  - a) Alimentazione;
  - b) Dimensionamento e Posa delle Condutture;
  - c) Quadri di Cantiere;
  - d) Prese a Spina, Avvolgicavo, Prolunghe;
  - e) Impianto di Terra;
4. Protezione contro i Fulmini.
5. Esempi di Non Conformità Impiantistiche



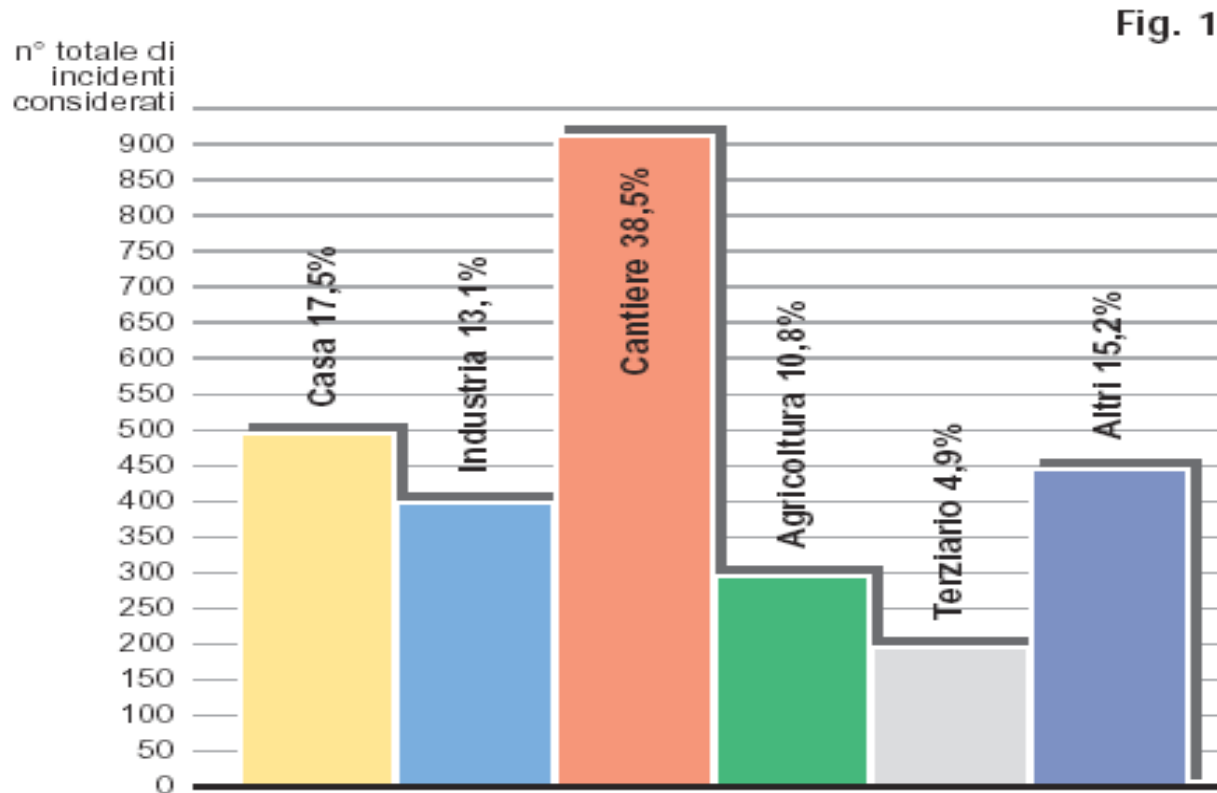
# Sommario

---

1. Rischio Elettrico, Leggi e Norme, Responsabilità;
2. Protezione dai Contatti Diretti e Cenni ai Lavori Elettrici;
3. Protezione dai Contatti Indiretti;
  - a) Alimentazione;
  - b) Dimensionamento e Posa delle Condutture;
  - c) Quadri di Cantiere;
  - d) Prese a Spina, Avvolgicavo, Prolunghe;
  - e) Impianto di Terra;
4. Protezione contro i Fulmini.
5. Esempi di Non Conformità Impiantistiche



# Statistiche su infortuni



- Nonostante leggi (46/90, 626/94, 494/96 prima e 37/08, 81/08 poi) e normative tecniche (CEI 64-8; CEI 11-27; CEI 64-17; CEI EN 50110; ecc.) si sono avute purtroppo riduzioni modeste del numero degli infortuni nelle attività lavorative.
- Essi sono causati per il:
  - 70% da difetti di comportamento e/o di organizzazione;
  - 30% da difetti delle misure tecniche.

Cultura della sicurezza, passa attraverso adeguata formazione degli operatori a qualunque livello





## **Rischio:**

**Probabilità** che sia raggiunto il limite potenziale di danno di un determinato fattore nelle condizioni di impiego o di esposizione ( Es. lavoro su quadro elettrico in tensione senza dispositivi di protezione individuale)

## **Pericolo:**

Proprietà **intrinseca** di un determinato fattore avente il potenziale di causare **danni** (es. lavoro su quadro elettrico)

## **Valutazione del rischio:**

Procedimento di identificazione dei pericoli e di stima dei rischi finalizzato alla prevenzione dei danni alla salute.

# Rischio elettrico

- I pericoli connessi con l'uso dell'elettricità possono essere presenti nell'ambiente o legati al comportamento dell'uomo.
  - I pericoli presenti nell'ambiente fisico possono essere definiti come situazioni idonee a produrre infortuni (es. difetti di isolamento di un apparecchiatura, cavo in tensione senza rivestimento isolante etc.)
  - I pericoli legati al comportamento dell'uomo si possono definire come azioni pericolose suscettibili di produrre infortuni: mancanza di esperienza mancanza di prudenza, scarsa preparazione, etc.

## **Pericolo:**

Proprietà **intrinseca** di un determinato fattore avente il potenziale di causare **danni** (es. lavoro su quadro elettrico)

## **Rischio:**

**Probabilità** che sia raggiunto il limite potenziale di danno di un determinato fattore nelle condizioni di impiego o di esposizione ( Es. lavoro su quadro elettrico in tensione senza dispositivi di protezione individuale)

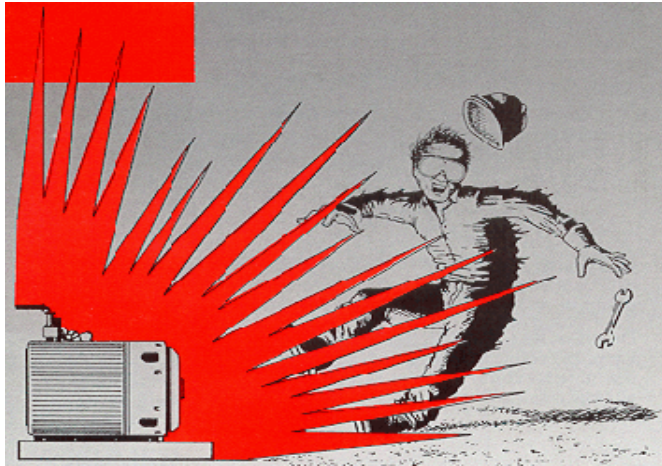
## **Valutazione del rischio:**

Procedimento di identificazione dei pericoli e di stima dei rischi finalizzato alla prevenzione dei danni alla salute.



# Arco elettrico e incendio da origine elettrica

È costituito da una sorgente di calore assai intensa e concentrata, con emissione di gas e di vapori surriscaldati e tossici, irraggiamento termico e raggi ultravioletti



Anomalia dell'impianto elettrico che causa l'innescò della combustione, ad es. sovraccarico, sotto dimensionamento dei cavi elettrici ecc..



# Principali cause di innesco

- Accensione diretta;
- Accensione indiretta;
- Effetto Joule;
- Sovracorrenti nei cavi;
- Corto circuito;
- Correnti di guasto verso terra;
- Resistenza localizzata dovuta a cattivo contatto;
- Guasti nelle apparecchiature;
- Arco elettrico;
- Tracking;
- Rischio di accensione nelle prese a spina;
- Armoniche;
- Sovratensioni.

## Accensione diretta

fiamma, scintilla o altro materiale incandescente **entra in contatto con un materiale combustibile in presenza di ossigeno** (es. corto circuito, arco elettrico, ecc.)

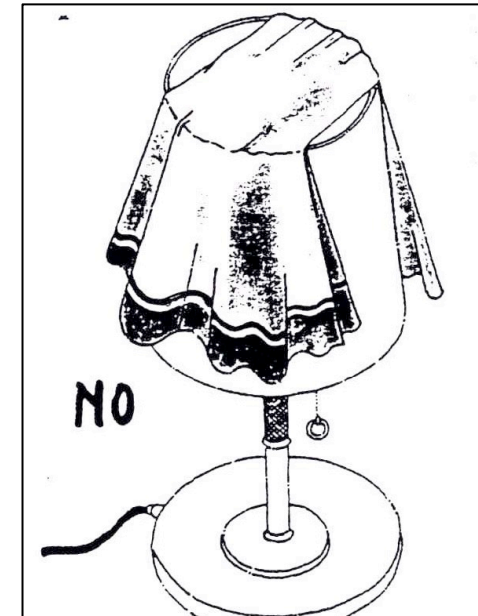


# Principali cause di innesco – accensione indiretta

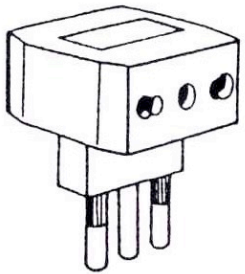
L'**accensione indiretta** si ha quando il calore d'innesco avviene nelle forme della convezione, conduzione e irraggiamento termico



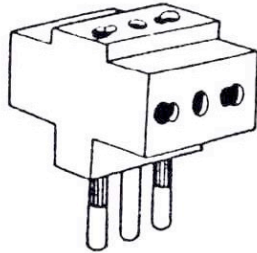
- Non coprire con indumenti, stracci o altro le apparecchiature elettriche che necessitano di ventilazione per smaltire il calore prodotto.
- Non posare contenitori di liquidi (infiammabili e non) e vasi di fiori sopra gli apparecchi elettrici e sopra le prese mobili (ciabatte).
- Allontanare cavi e prolunghe da fonti di calore



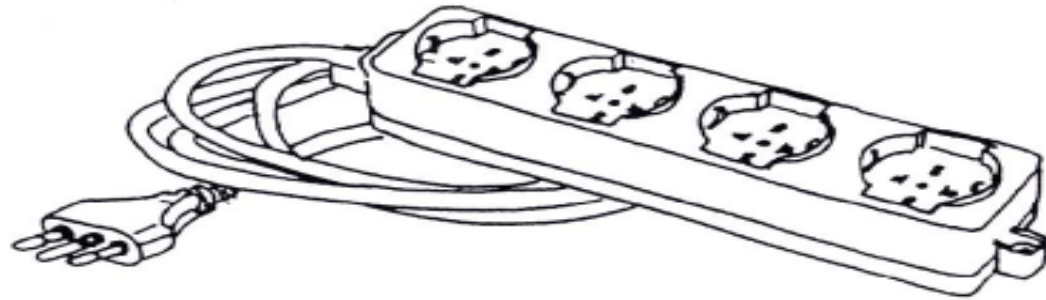
# Principali cause di innesco - sovracorrenti



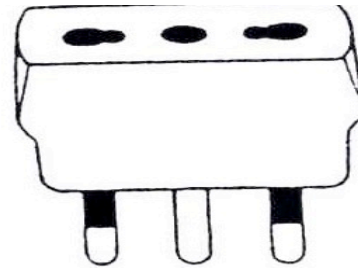
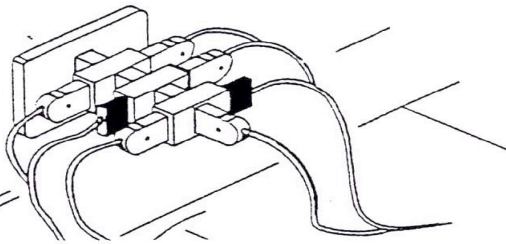
SI



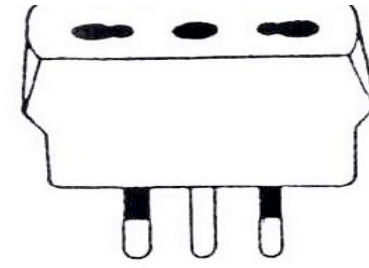
NO



NO



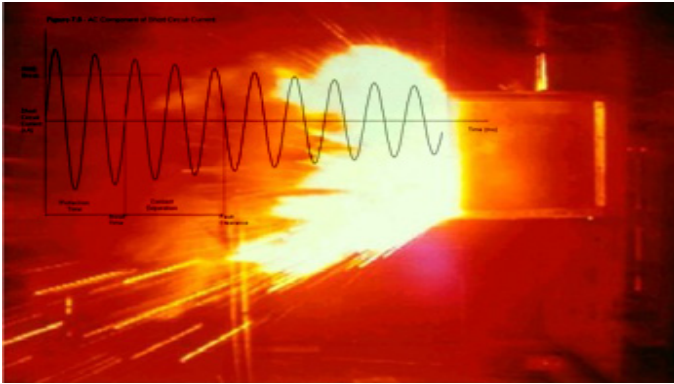
SI



NO



# Principali cause di innesco – corto circuiti



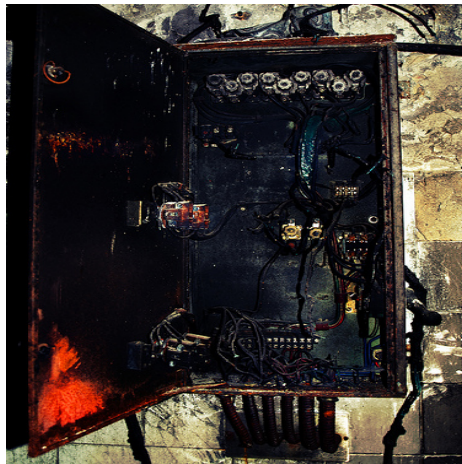
## Principali cause dei corto circuiti

- Rotture meccaniche;
- Invecchiamento dell'isolante;
- Interposizione di solidi o liquidi;
- Interposizione o danneggiamento da parte di animali (es. topi e ratti).



## Conseguenze

- Effetti termici: sovratemperatures, invecchiamento degli isolamenti, incendi e riscaldamenti localizzati (danni ai contatti);
- Effetti elettrodinamici: sforzi elettrodinamici sui conduttori e, in certi casi, sulla meccanica delle apparecchiature.



# Principali cause di innesco - sovracorrenti

## Cause

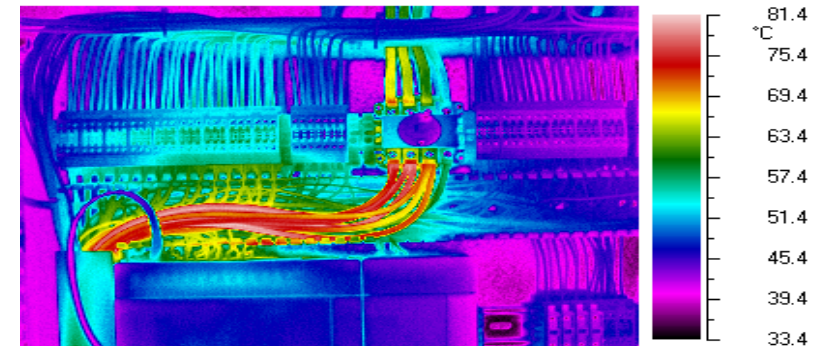
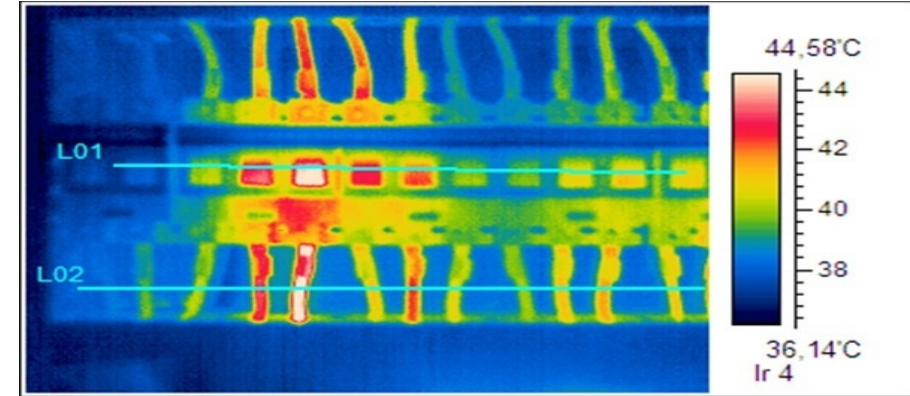
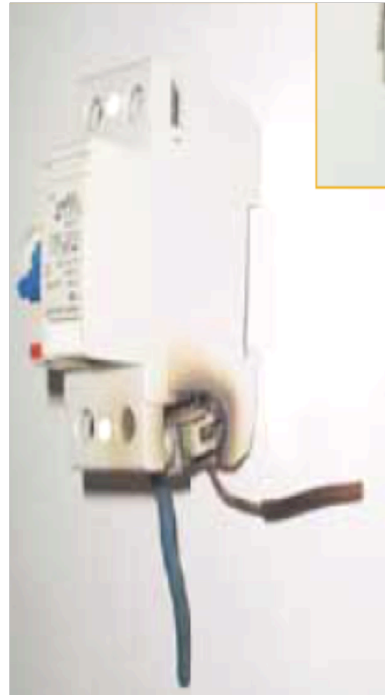
- Connessioni difettose o allentate;
- Installazione errata del cavo nel morsetto (parte di isolante del cavo serrata nel morsetto)

## Dinamica

- Surriscaldamenti localizzati;
- Corrente insufficiente all'intervento delle protezioni;

## Conseguenze

Effetti termici





# Principali cause di innesco – sovratensioni da fulminazione



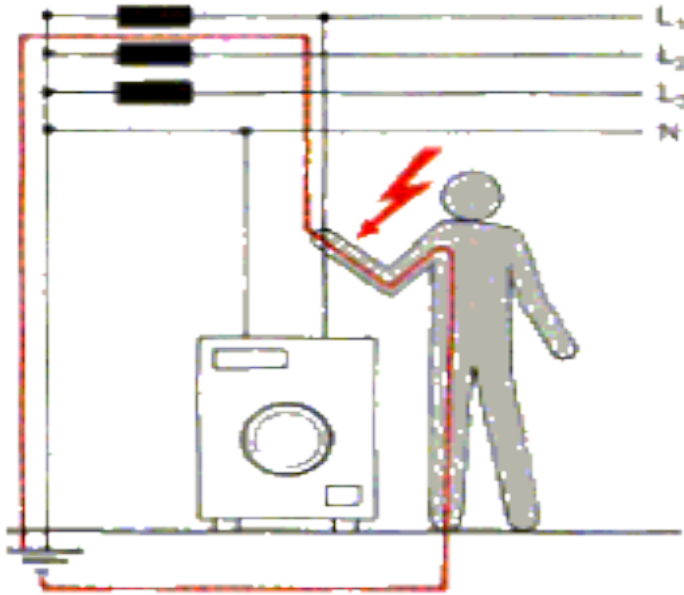
Figura 1

Senza SPD:

- una sovratensione da 6 kV si abbatte sull'alimentatore del server
- si guasta irreparabilmente l'isolamento elettrico tra i circuiti
- si genera una scarica verso terra
- al cessare della sovratensione, il server è fuori servizio e un rischio d'incendio è presente

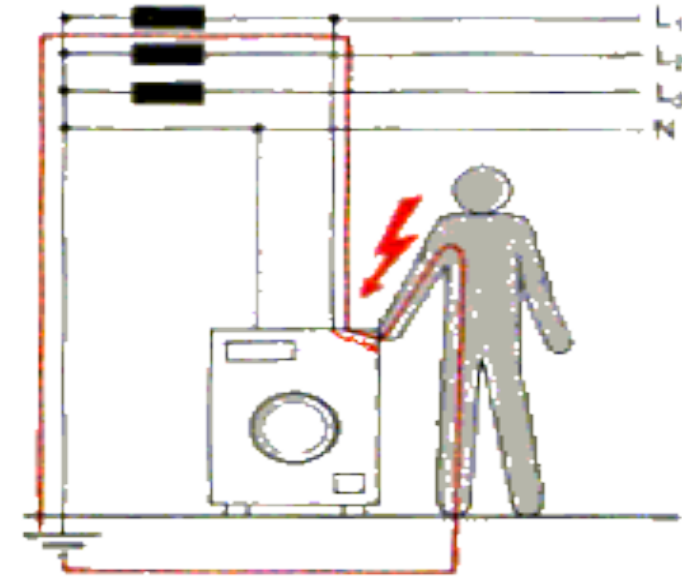
# Contatti diretti e indiretti

## CONTATTI DIRETTI



Contatto con parti attive

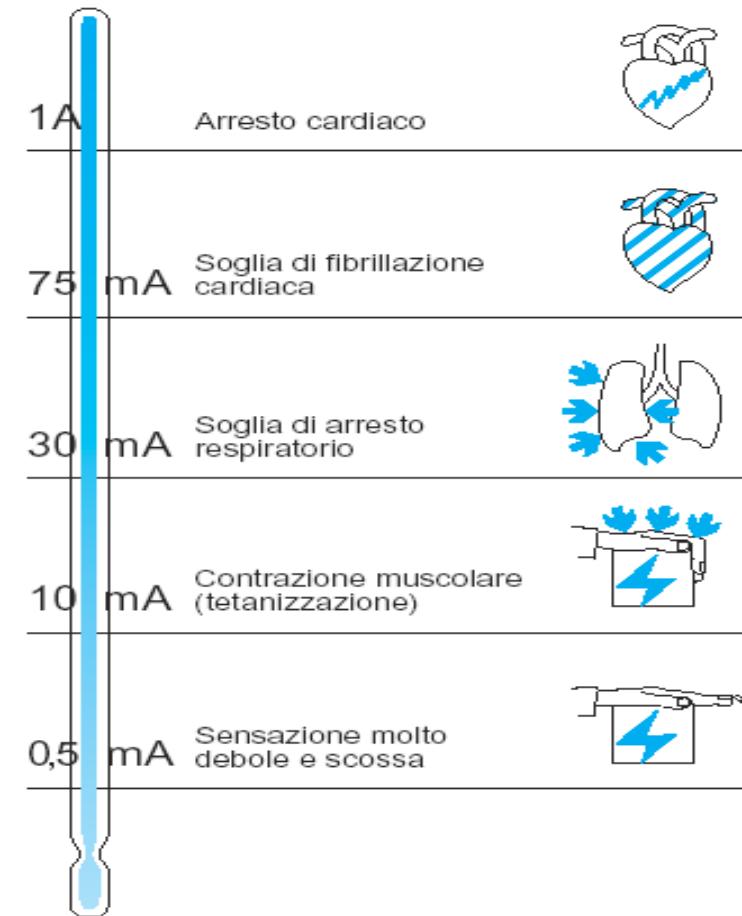
## CONTATTI INDIRETTI



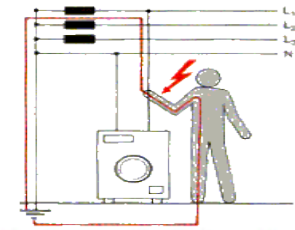
Contatto con una massa in tensione per un guasto

# Effetti della corrente nel corpo umano

- Tetanizzazione muscolare
- Fibrillazione cardiaca
- Ustioni nel punto di contatto (correnti  $> 10\text{ A}$ )
- Arresto respiratorio



# Protezione contatti diretti
















## • Protezione Totale

- Isolamento delle parti attive (scatola isolante degli interruttori, isolamento del cavo, ecc.)
- Involucri o barriere con un grado di protezione almeno IPXXB
- In caso di superfici orizzontali di barriere o involucri a portata di mano il grado di protezione non inferiore a IPXXD

## • Protezione Parziale

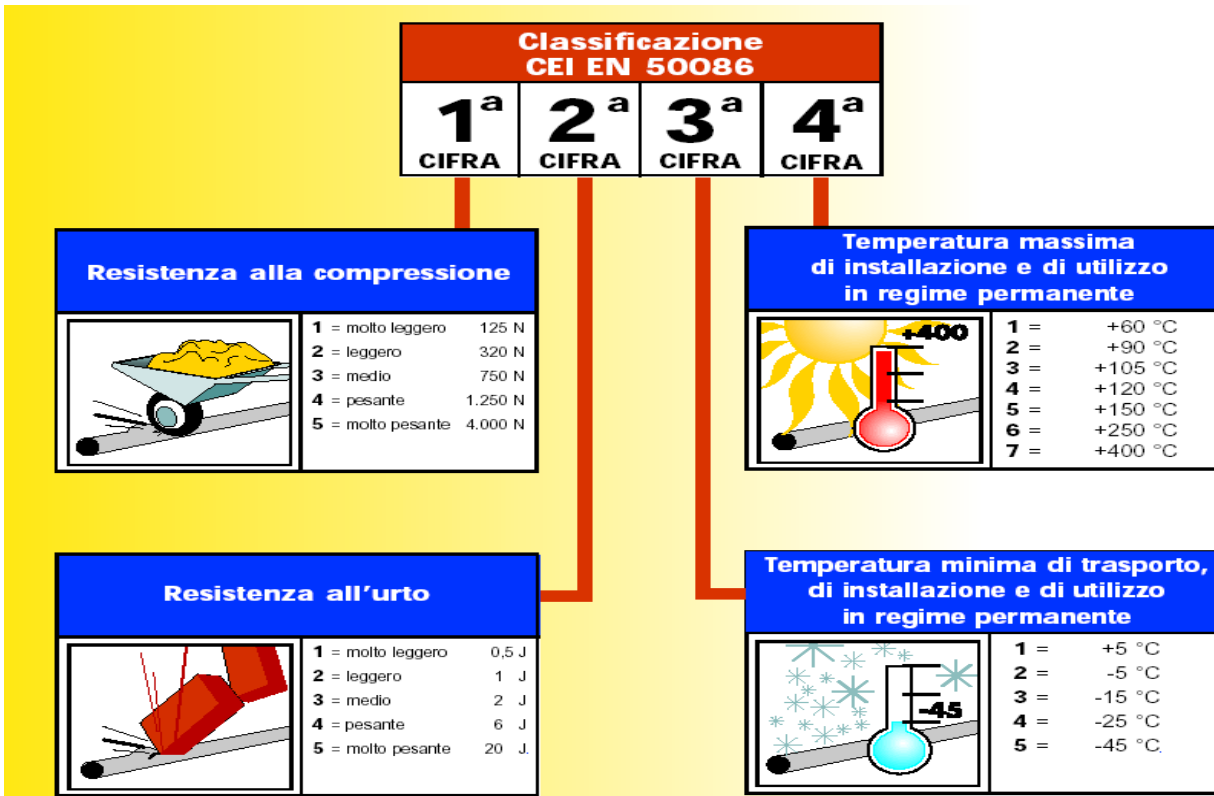
- Mediante allontanamento delle parti attive o con un interposizione di un ostacolo, tra le parti in tensione e l'utente, rimovibile senza attrezzi particolari. Involucri o barriere con un grado di protezione almeno IPXXB

1 <sup>a</sup> cifra grado IP		2 <sup>a</sup> cifra grado IP	
Resistenza alla penetrazione di corpi solidi		Resistenza alla penetrazione di liquidi	
	<b>0</b> nessuna protezione		<b>2</b> Protetto contro le cadute di gocce d'acqua fino a 15° dalla verticale
	<b>1</b> protezione contro i corpi solidi di dimensioni superiori a 50 mm (es.: contatti involontari)		<b>3</b> Protetto contro le cadute d'acqua a pioggia fino a 60° dalla verticale
	<b>2</b> protezione contro i corpi solidi di dimensioni superiori a 12 mm (es.: dito della mano)		<b>4</b> Protetto contro i getti d'acqua da tutte le direzioni
	<b>3</b> protezione contro i corpi solidi di dimensioni superiori a 2,5 mm		<b>5</b> Protetto contro i getti d'acqua con lancia da tutte le direzioni
	<b>4</b> protezione contro i corpi solidi di dimensioni superiori a 1 mm		<b>6</b> Protetto contro le proiezioni d'acqua simili ad onde marine
	<b>5</b> protetto contro la polvere		<b>7</b> Protetto contro gli effetti dell'immersione
	<b>6</b> stagno alla polvere		<b>8</b> Protetto contro gli effetti dell'immersione prolungata

**IP X9** "protezione contro getti d'acqua ad alta pressione e a temperatura elevata" (V2 Norma CEI EN 60529)

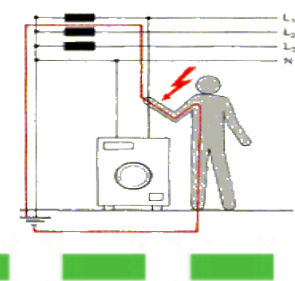
C	S
LETTERA ADDIZIONALE (*) (Opzionale)	LETTERA SUPPLEMENTARE (Opzionale)
<p>Significato per la protezione delle persone contro l'accesso a parti pericolose</p> <p><b>A</b> Protetto contro l'accesso con il dorso della mano</p> <p><b>B</b> Protetto contro l'accesso con un dito</p> <p><b>C</b> Protetto contro l'accesso con un attrezzo</p> <p><b>D</b> Protetto contro l'accesso con un filo</p> <p>Utilizzato solo se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>la protezione effettiva contro l'accesso a parti pericolose è superiore a quella indicata dalla prima cifra caratteristica</li> <li>è indicata solo se la protezione con l'accesso a parti pericolose, in tal caso la prima cifra caratteristica viene sostituita con una X</li> </ul>	<p>Informazioni supplementari per la protezione dell'apparecchiatura</p> <p><b>H</b> Apparecchiatura ad alta tensione</p> <p><b>M</b> Provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso di acqua con la apparecchiatura in moto</p> <p><b>S</b> Provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso di acqua con la apparecchiatura non in moto</p> <p><b>W</b> Adatto all'uso in condizioni atmosferiche specifiche</p>

# Caratteristiche meccaniche e termiche condutture



La norma di riferimento **per i sistemi di tubi ed accessori** per installazioni elettriche è la CEI EN 50086 che specifica le prescrizioni e le prove applicabili a tali sistemi destinati alla protezione dei conduttori.

# Protezione contatti diretti



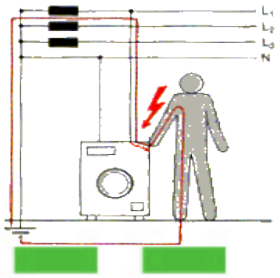
## Protezione aggiuntiva

Dispositivi differenziali ad alta sensibilità ( $I_{dn}=30 \text{ mA}$ ). Tali dispositivi sono riconosciuti come protezione aggiuntiva e quindi in aggiunta alle misure di protezione sopra indicate e non come unico mezzo di protezione contro i contatti diretti

## Protezione con bassissima tensione di sicurezza

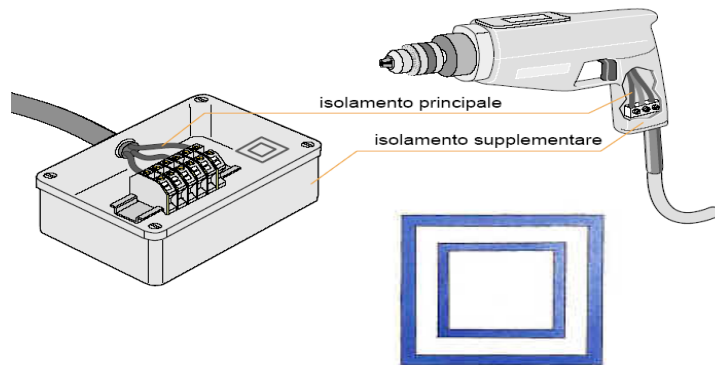
Permettono di realizzare una protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti tramite l'alimentazione dei circuiti a bassissima tensione, l'utilizzo di componenti speciali e particolari condizioni di installazione

# Protezione contatti indiretti



## Senza interruzione automatica

- Isolamento doppio o rinforzato
- Isolamento supplementare
- Trasformatore di isolamento
- Locali con pavimenti e pareti isolanti



## Con interruzione automatica

- Masse estranee e parti conduttrici accessibili collegati all'impianto di terra tramite PE
- Masse accessibili simultaneamente collegate al medesimo dispersore
- Tempi di intervento della protezione siano tali da garantire l'incolumità della persona
- Sistemi TT
- Sistemi TN
- Sistemi IT

- Caso fortuito (non punibile)
- Causa di forza maggiore (non punibile)
- Errori di progettazione e di realizzazione
- Inadeguata manutenzione e mancanza di controllo
- Impiego di materiale non conforme
- Errori comportamentali (causa più frequente)



# Impianti elettrici nei cantieri – riferimenti normativi

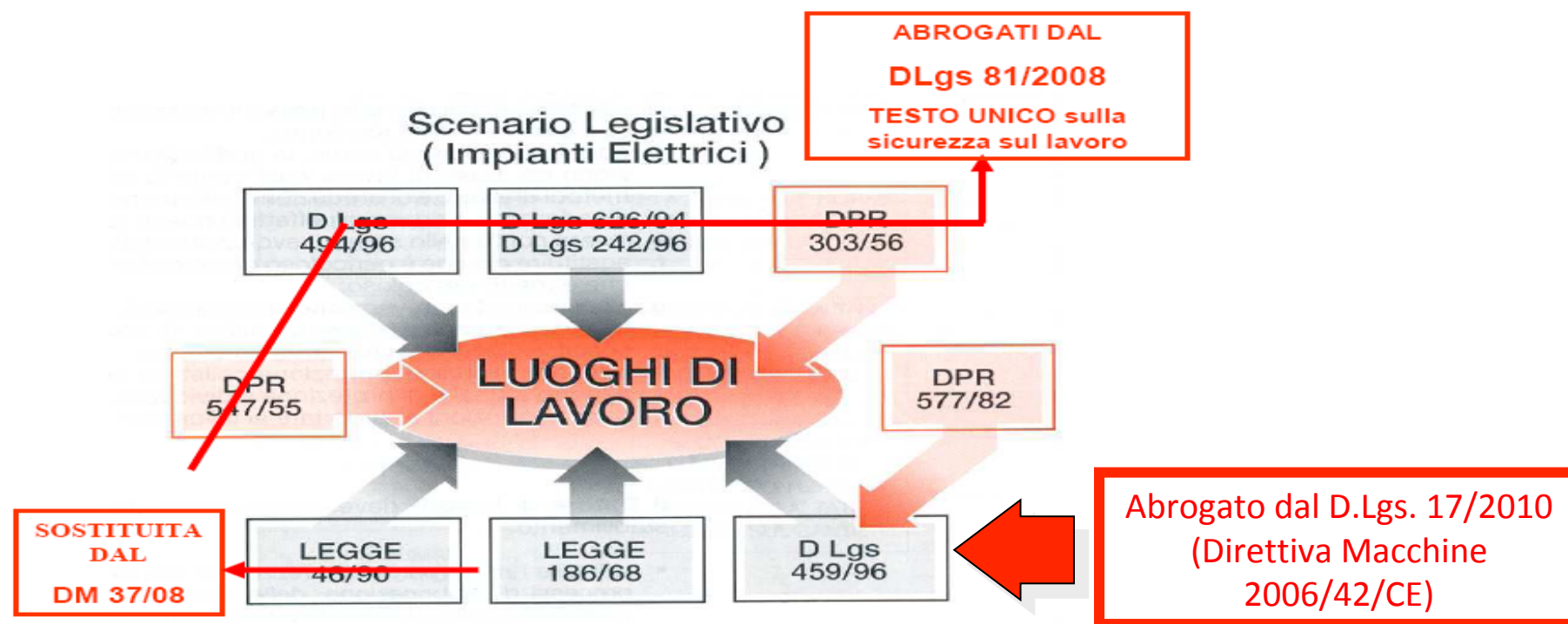
**CEI 64-8** e **CEI 64-17** riportano le prescrizioni per la corretta realizzazione degli impianti elettrici ai fini della sicurezza e del funzionamento previsto.

Testo Unico sulla Sicurezza (**D.Lgs. 81/08**), che ha abrogato molte leggi in materia di sicurezza (es. **D.Lgs. 626/94**, **D.P.R. 547/55**, **D.Lgs. 494/96**, ecc.)

**D.M. 37/08** prescrive all'utilizzatore la realizzazione degli impianti a "regola d'arte" e la loro certificazione da parte di professionisti qualificati.

**DPR 462/01** per la denuncia e la verifica periodica dell'impianto di terra.





# Testo unico sulla sicurezza

1. Il datore di lavoro prende le misure necessarie affinché i materiali, le apparecchiature e gli impianti elettrici messi a disposizione dei lavoratori siano progettati, costruiti, installati, utilizzati e mantenuti in modo da salvaguardare i lavoratori da tutti i rischi di natura elettrica ed in particolare quelli derivanti da:

- a) contatti elettrici diretti;
- b) contatti elettrici indiretti;
- c) innesco e propagazione di incendi e di ustioni dovuti a sovratemperature pericolose, archi elettrici e radiazioni;
- d) innesco di esplosioni;
- e) fulminazione diretta ed indiretta;
- f) sovratensioni;
- g) altre condizioni di guasto ragionevolmente prevedibili.

Art. 80  
*Obblighi del datore di lavoro*

2. A tale fine il datore di lavoro esegue una valutazione dei rischi di cui al precedente comma 1, tenendo in considerazione:
  - a) le condizioni e le caratteristiche specifiche del lavoro, ivi comprese eventuali interferenze;
  - b) i rischi presenti nell'ambiente di lavoro;
  - c) tutte le condizioni di esercizio prevedibili

3. Tutti i materiali, i macchinari e le apparecchiature, nonché le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere progettati, realizzati e costruiti a regola d'arte.

Art. 81.  
*Requisiti di sicurezza*

# LEGGE 1 MARZO 1968 N°186

---

"Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici."

## Articolo 1:

Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti "a regola d'arte"

## Articolo 2:

I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme CEI si considerano costruiti "a regola d'arte"

# Testo unico sulla sicurezza

---

## Art. 82. *Lavori sotto tensione*

1. E' vietato eseguire lavori sotto tensione. Tali lavori sono tuttavia consentiti nei casi in cui le tensioni su cui si opera sono di sicurezza...omissis

## Art. 83. Lavori in prossimità di parti attive

1. Non possono essere eseguiti lavori in prossimità di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non protette,.., e comunque a distanze inferiori ai limiti di cui alla **tabella 1 dell'allegato IX**, salvo che vengano adottate disposizioni organizzative e procedurali idonee a proteggere i lavoratori dai conseguenti rischi.

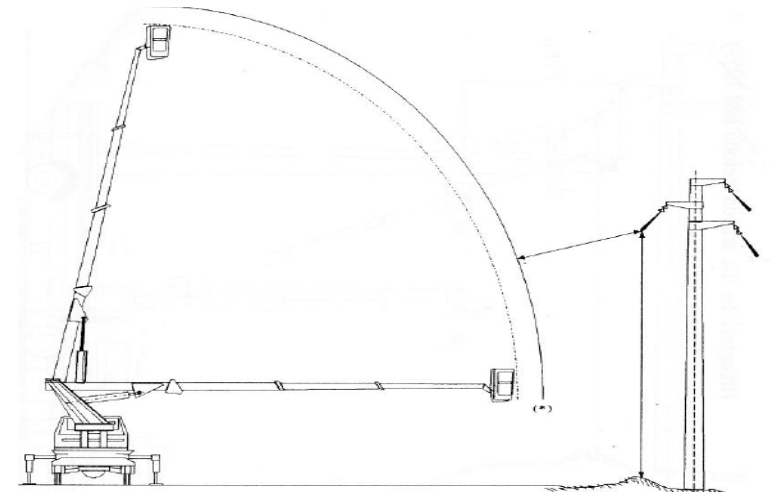
# Testo unico sulla sicurezza

Art. 83.  
Lavori in prossimità di parti attive

Tab. 1 allegato IX – Distanze di sicurezza da parti attive di linee elettriche e di impianti elettrici non protette o non sufficientemente protette.

Un (kV)	Distanza minima consentita (M)
<u>&lt; 1</u>	3
10	3,5
15	3,5
132	5
220	7
380	7

La distanza di sicurezza, per l'effettuazione di lavori in prossimità di parti attive, non protette o non sufficientemente protette, delle linee aeree deve essere valutata volta per volta in relazione alla natura dei lavori, alla tensione della linea, al tipo di mezzi e attrezzature utilizzate



NB. La distanza di sicurezza da parti attive in passato era pari a 5 m indipendentemente dal livello di tensione.

1. Quando occorre effettuare lavori in prossimità di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non protette o che per circostanze particolari si debbano ritenere non sufficientemente protette, ferme restando le norme di buona tecnica, si deve rispettare almeno una delle seguenti precauzioni:
  - a) mettere fuori tensione ed in sicurezza le parti attive per tutta la durata dei lavori;
  - b) posizionare ostacoli rigidi che impediscano l'avvicinamento alle parti attive;
  - c) tenere in permanenza, persone, macchine operatrici, apparecchi di sollevamento, ponteggi ed ogni altra attrezzatura a distanza di sicurezza.
2. La distanza di sicurezza deve essere tale che non possano avvenire contatti diretti o scariche pericolose per le persone tenendo conto del tipo di lavoro, delle attrezzature usate e delle tensioni presenti.

# Testo unico sulla sicurezza

---

## Art. 84.

### *Protezioni dai fulmini*

Il datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini con sistemi di protezione realizzati secondo le norme di buona tecnica.

## Art. 86.

### Verifiche

Ferme restando le disposizioni del decreto del Presidente della Repubblica 22 ottobre 2001, n. 462, **il datore di lavoro provvede affinché gli impianti elettrici e gli impianti di protezione dai fulmini, siano periodicamente sottoposti a controllo** secondo le indicazioni delle norme di buona tecnica e la normativa vigente per verificarne lo stato di conservazione e di efficienza ai fini della sicurezza.

## Art. 85.

### *Protezione di edifici, impianti strutture ed attrezzature*

Il datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dai pericoli determinati **dall'innescò elettrico di atmosfere potenzialmente esplosive** per la presenza o sviluppo di gas, vapori, nebbie o polveri infiammabili, o in caso di fabbricazione, manipolazione o deposito di materiali esplosivi.



# DPR 220/10/2001 n. 462

Disciplina, per gli ambienti di lavoro le procedure e le modalità di attuazione dell'omologazione e dell'effettuazione delle verifiche periodiche dei parafulmini, degli impianti di terra e degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione.

- Procedura di denuncia degli impianti di terra e di protezione dai fulmini;
- Abilita altri soggetti, oltre ISPESL ed ASL, alla verifiche;
- Frequenza delle verifiche periodiche

Impianto	Omologazione	Verifica a campione	Periodicità verifica	Verificatore
Protezione scariche atmosferiche	Dichiarazione di conformità dell'installatore	INAIL	2 o 5 anni	ASL, ARPA o Organismo individuato
Impianto di terra locali ordinari	Dichiarazione di conformità dell'installatore	INAIL	5 anni	ASL, ARPA o Organismo individuato
Impianto di terra in: locali particolari	Dichiarazione di conformità dell'installatore	INAIL	2 anni	ASL, ARPA o Organismo individuato
Impianti in luoghi con pericolo esplosione	si, a cura di (ASL, ARPA)	NO	2 anni	ASL, ARPA o Organismo individuato

# DPR 220/10/2001 n. 462

Impianto	Omologazione	Verifica a campione	Periodicità verifica	Verificatore
Protezione scariche atmosferiche	Dichiarazione di conformità dell'installatore	INAIL	2 o 5 anni	ASL, ARPA o Organismo individuato
Impianto di terra locali ordinari	Dichiarazione di conformità dell'installatore	INAIL	5 anni	ASL, ARPA o Organismo individuato
Impianto di terra in: locali particolari	Dichiarazione di conformità dell'installatore	INAIL	2 anni	ASL, ARPA o Organismo individuato
Impianti in luoghi con pericolo esplosione	si, a cura di (ASL, ARPA)	NO	2 anni	ASL, ARPA o Organismo individuato

# DM 37/08

**DM 37/08** che sostituisce la legge 46/90 è entrato in vigore il 27 marzo 2008 **abroga** (ai sensi dell'art. 3, comma 1, del decreto 28/12/06 n. 300, convertito con modifiche dalla legge 26/2/07 n. 17):

- a) **gli articoli da 107 a 121 del DPR 380/01;**
- b) **il DPR 447/91;**
- c) **la legge 46/90** ad eccezione degli articoli 8 (Finanziamento dell'attività di normazione tecnica), art. 14 (Verifiche) e art. 16 (Sanzioni).

- Imprese abilitate e Responsabile Tecnico (RT)
- Il RT viene preposto con ATTO FORMALE, può svolgere l'attività PER UNA SOLA IMPRESA e la qualifica è incompatibile con altre ATTIVITA' CONTINUATIVE
- Laurea tecnica
- Diploma Industriale Impiantistico + 2 anni continuativi di inserimento alle dirette dipendenze di impresa del settore impiantistico (1 anno per imp. Idrosanitari)
- Attestato di formazione professionale + 4 anni continuativi di inserimento alle dirette dipendenze di impresa del settore (2 anni per imp. Idrosanitari)
- 3 anni di prestazione lavorativa in impresa dello stesso RAMO di ATTIVITA' come operaio installatore specializzato, escluso il periodo di apprendistato e quello svolto come operaio qualificato

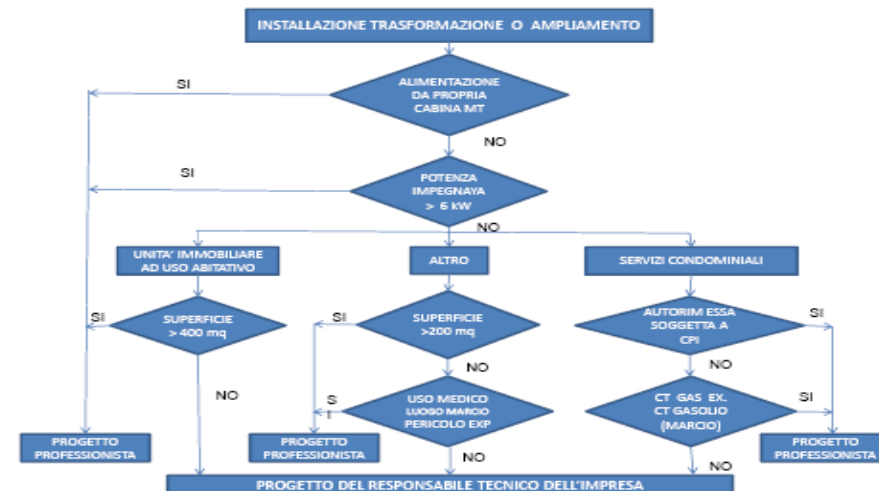
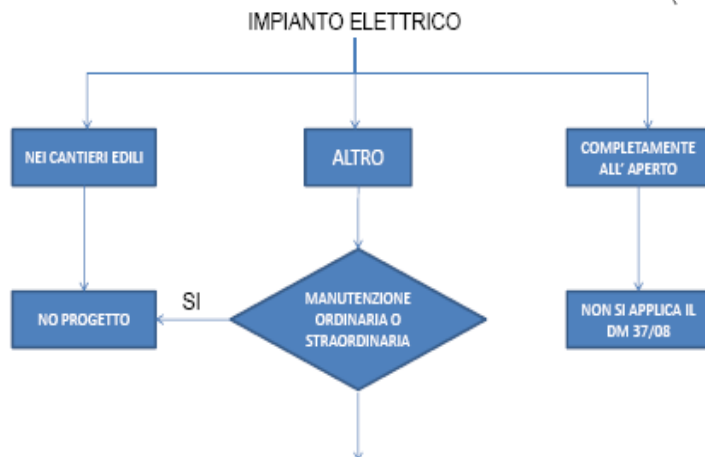
# DM 37/08 – Obbligo progettista (art. 5)

- **Progetto per TUTTI gli impianti.**

- Per gli impianti di dimensioni inferiori a certe soglie il progetto lo può firmare il RT dell'installatore, per quelli sopra le soglie è necessario un progettista iscritto agli albi professionali.
- In caso di progetto redatto dal RT dell'impresa esso è costituito almeno dallo schema dell'impianto da realizzare, inteso come descrizione funzionale ed effettiva dell'opera da realizzare

Limiti dimensionali per l'obbligo della progettazione degli impianti elettrici (da professionisti abilitati)

- 200 m<sup>2</sup> o 6 kW per applicazioni commerciali, industriali, terziarie;
- 400 m<sup>2</sup> o 6 kW per applicazioni civili (abitazioni)
- 6 kW di potenza impegnata per parti comuni;
- Locali soggetti a normativa specifica (es. centrali termiche, locali uso medico).



# DM 37/08 – Articoli principali

- Art. 7 - Dichiarazione di Conformità (DICO) e Dichiarazione di Rispondenza (DIRI)

- DICO subordinata a verifiche previste dalla normativa, comprese quelle di funzionalità.
- DIRI redatta da un RT di Installatore (solo per impianti sotto soglia di obbligo di progettista) o da un progettista.
- Chi redige una DIRI deve avere anzianità almeno pari a 5 anni.
- Il nome del progettista va sempre specificato. In caso di “obbligo del progettista” iscritto ad albi professionali, va inserito l’ordine di appartenenza e il numero identificativo.
- Citare norme per la progettazione, l’esecuzione e le verifiche

- Art. 8 – Obblighi del committente e del proprietario

- Il committente affida i lavori a imprese abilitate
- Il proprietario dell’impianto adotta misure per conservare caratteristiche di sicurezza.
- Senza copia della DICO o copia della DIRI il venditore sospende la fornitura (30 giorni)

- Art. 9 – Agibilità

- l’autorità competente rilascia l’agibilità dei locali solo dopo aver acquisito copia della DICO

- Art.11 – Conclusione dei lavori

- Per gli immobili dotati già di agibilità, l’installatore, entro 30 giorni dalla conclusione dei lavori, deposita presso lo sportello unico dell’edilizia copia della DICO e del progetto di impianti.

Lo sportello unico per l’edilizia invia copia delle DICO alla Camera di Commercio

Art.13 – occorre conservare la documentazione tecnica e amministrativa e consegnarla all’avente causa in occasione di trasferimenti dell’immobile, a qualsiasi titolo.

# Norme CEI

LE NORME CEI SUGLI  
IMPIANTI ELETTRICI  
SI POSSONO DIVIDERE  
IN TRE GRUPPI:

## NORME DI ATTIVITÀ

- CEI 11-15
- CEI 11-27
- CEI EN 50110-1 (CEI 11- 48)
- CEI EN 50110-2 (CEI 11- 49)

## NORME DI PRODOTTO

- ATTREZZATURE
- DPI
- EQUIPAGGIAMENTI
- MEZZI OPERATIVI

## NORME IMPIANTI

- CEI 64-8, CEI 99-3, CEI 64-17 ecc.

# Impianti elettrici nei cantieri (CEI 64-17)

L'insieme dei componenti elettrici, elettricamente dipendenti, installati all'interno dell'area delimitata dal recinto del cantiere costituiscono l'impianto elettrico di cantiere (CEI 64-17).

Il **cantiere** può essere un luogo all'aperto o al chiuso ove si svolgono lavori temporanei come:

- la costruzione di nuovi edifici,
- la riparazione, la trasformazione, la demolizione e la ristrutturazione di edifici esistenti,
- la costruzione di opere pubbliche, strade, ferrovie ecc..

Gli impianti elettrici dei **locali di servizio di un cantiere** (uffici, spogliatoi, sale riunione, spacci, ristoranti, mense, dormitori, servizi igienici, officine meccaniche ecc.) non devono sottostare alle prescrizioni relative agli impianti di cantiere.

- Il cantiere, sotto l'aspetto del pericolo elettrico, è uno degli ambienti a maggior rischio elettrico.
- Una parte consistente dell'impianto è a valle delle prese a spina;
- L'impianto comprende sia la parte mobile sia quella fissa
- Un terzo degli infortuni elettrici mortali si verifica nei cantieri
- Rischio aumentato per aumento della probabilità di guasto, aumento della probabilità che al guasto segua il danno e aumento del danno atteso

# Impianti elettrici nei cantieri (CEI 64-17)

Tab. 1 Esempi di influenze esterne e di situazioni di rischio

Attività	Influenze esterne							Rischio	
	Immersione	Acqua			Corpi solidi Elevate	Altro		Presenza impianti elettrici attivi	Locali conduttori ristretti
		Getti	Spruzzi	Stillicidio		Urti	Basse temperature		
<b>attività interne agli edifici (ristrutturazioni)</b>									
ristrutturazioni impiantistiche				X				X	
opere finitura tinteggio			X						
costruzione di pareti			X						
demolizioni			X		X	X		X	
rifacimento di pavimenti			X		X	X		X	
scavi	X					X		X	
attività in fosse	X								X
attività sui ponteggi metallici			X						
<b>attività all'esterno degli edifici (costruzioni)</b>									
opere di finitura			X				X		
lavorazioni di levigatura e simili		X					X		
realizzazione getti di platee		X							
costruzioni di pareti			X				X		
getti in elevazione e vibrazione del calcestruzzo		X					X		
realizzazione di maglie metalliche			X				X		
lavorazioni su ponteggi metallici			X				X		
sbancamenti di terreno		X				X	X	X	
realizzazioni di trincee	X					X	X	X	
getti di fondazioni e vibrazione	X					X	X		
demolizioni			X		X	X	X		
macinazione dei rottami da demolizione			X		X		X		
<b>precauzioni impiantistiche</b>	<b>IPX7</b>	<b>IPX5</b>	<b>IPX4</b>	<b>IPX2</b>	<b>IP4X</b>	<b>1)</b>	<b>2)</b>	<b>3)</b>	<b>4)</b>
<b>Legenda</b> X - situazione ad elevata probabilità di accadimento (non è esclusa la probabilità di accadimento in altre situazioni). 1) prevedere protezioni meccaniche con opportune barriere e metodi comportamentali. 2) mantenere adeguate precauzioni nella posa e recupero cavi. 3) sezionare l'impianto o imporre barriere e metodi comportamentali. 4) provvedere alle esigenze di alimentazione separata.									

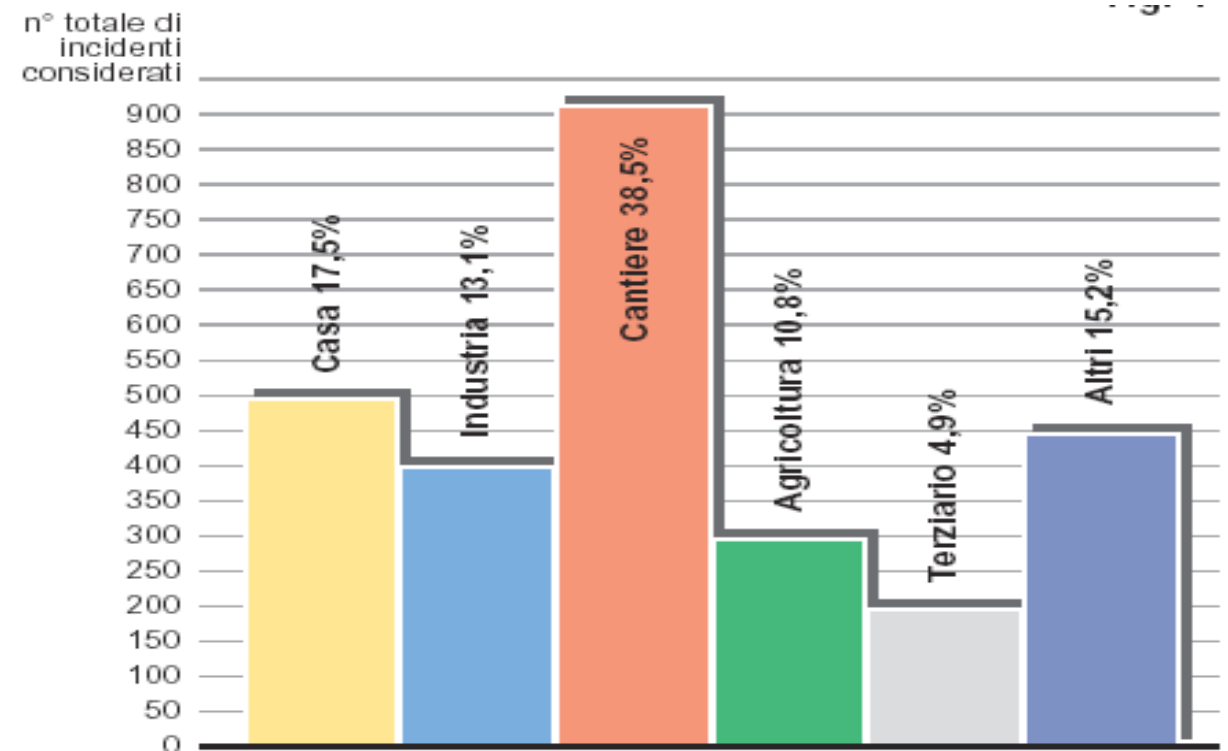


# Impianti elettrici nei cantieri (CEI 64-17)

Le macchine e le **apparecchiature elettriche**, sono soggette a frequenti spostamenti, esposte alle intemperie, all'imbrattatura con fango e malta ed ai più impensabili maltrattamenti.

Ne consegue, nella valutazione del rischio, una grande **probabilità di guasti all'isolamento**, cause di incidenti elettrici.

Le statistiche, suddivise percentualmente per luoghi, confermano che **più di un terzo del totale degli incidenti elettrici mortali si verifica nei cantieri edili**. Se questi dati vengono rapportati al numero di addetti, si rilevano tassi di rischio pro capite decisamente preoccupanti.



# Impianti elettrici nei cantieri (CEI 64-17)

Installatore rilascia la relativa dichiarazione di conformità (Di.Co.) per l'esecuzione secondo la regola dell'arte dell'impianto elettrico, redatta secondo i principi specificati nel D.M. 22.01.2008, n. 37; **tale dichiarazione è da conservare sul posto di lavoro**".

Art. 10, comma 2 del D.M. 37/2008: Sono **esclusi** dagli obblighi della redazione del progetto e dell'attestazione di collaudo le installazioni per apparecchi per usi domestici e la fornitura provvisoria di energia elettrica per **gli impianti di cantiere e simili**, fermo restando l'obbligo del rilascio della dichiarazione di conformità.

**Il progetto può essere richiesto dal datore di lavoro (81/08)**

Alla Di.Co. allegare i seguenti elaborati:

- schema dell'impianto realizzato (schema elettrico unifilare);
- relazione con le tipologie dei materiali utilizzati e
- copia del certificato di riconoscimento dei relativi requisiti tecnico-professionali (visura della Camera di Commercio)
- documentazione che attesti l'effettuazione delle verifiche strumentali:
  - degli interruttori automatici e differenziali;
  - della dispersione dell'impianto di messa a terra e dell'eventuale impianto di protezione contro le scariche atmosferiche".

# Impianti elettrici nei cantieri (CEI 64-17)

Responsabilità:

1. *le condutture di distribuzione*, comprensive dei dispositivi di sezionamento e protezione, delle quali si rende garante unicamente l'installatore;
2. *i quadri*, la cui responsabilità ricade ancora sull'installatore per quanto riguarda la scelta, i collegamenti, i coordinamenti con le altre apparecchiature a monte e a valle e la posa in opera. Ricade invece sul costruttore, la responsabilità per quanto concerne le caratteristiche e le prove volute dalle Norma CEI EN 60439-1 e 60439-4;
3. *i circuiti terminali* che collegano gli utilizzatori al rispettivo quadro, dei quali risponde chi li posa e li utilizza, solitamente lo stesso addetto ai lavori sotto la responsabilità del capocantiere;
4. *gli elettROUTENSILI*, gli apparecchi mobili e il macchinario, che ricadono unicamente sotto la responsabilità del datore di lavoro, del capocantiere e dei preposti alla sicurezza.



# Impianti elettrici nei cantieri (CEI 64-17)

---

## Sommario:

1. Rischio Elettrico, Leggi e Norme, Responsabilità;
2. Protezione dai Contatti Diretti e Cenni ai Lavori Elettrici;
3. Protezione dai Contatti Indiretti;
  - a) Alimentazione;
  - b) Dimensionamento e Posa delle Condotture;
  - c) Quadri di Cantiere;
  - d) Prese a Spina, Avvolgicavo, Prolunghe;
  - e) Impianto di Terra;
4. Protezione contro i Fulmini.
5. Esempi di non Conformità Impiantistiche

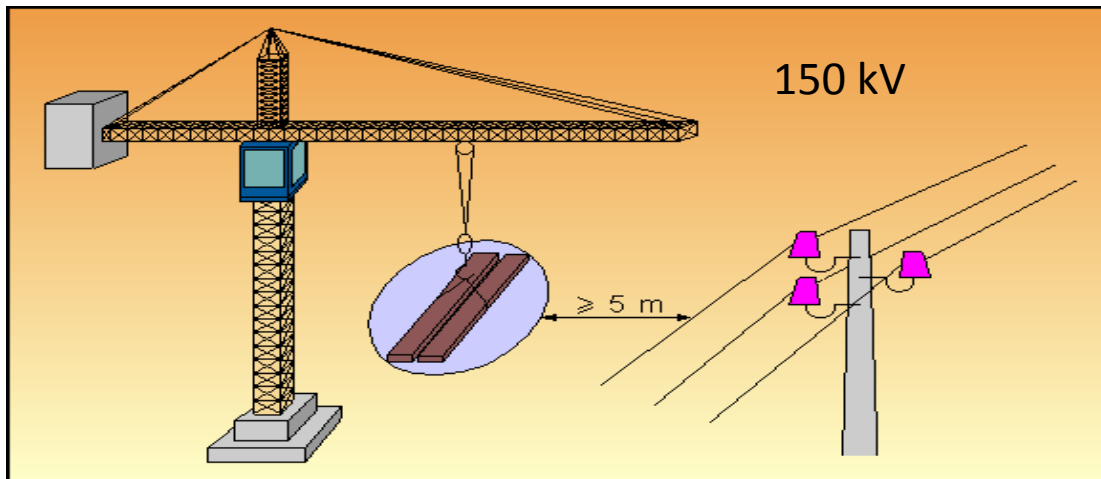
# Impianti elettrici nei cantieri – Contatti diretti

Ottenuta con **isolamento** delle parti attive o mediante **involucri** e **barriere**.

E' bene evitare la protezione mediante ostacoli, che può comunque essere utilizzata per breve tempo quando non sono praticabili altre misure.

La protezione mediante distanziamento è applicabile alle **linee aeree nude**.

Essendo i cantieri allestiti generalmente all'aperto occorre tener presente che il **D.Lgs. 81/08** vieta di eseguire lavori in vicinanza di linee aeree ad una distanza inferiore all'Allegato IX.

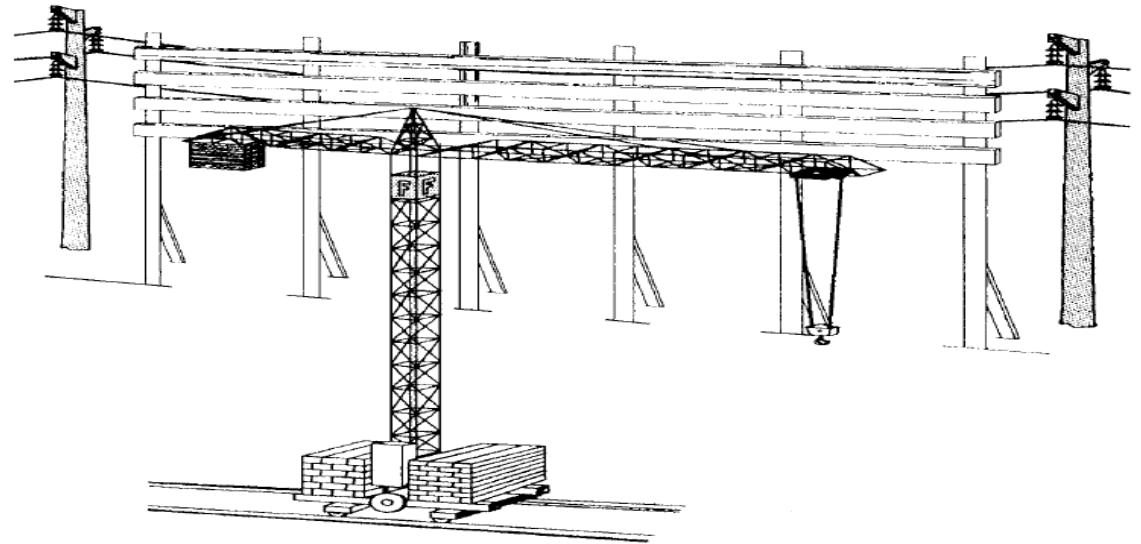


Un (kV)	Distanza minima consentita (M)
$\leq 1$	3
10	3,5
15	3,5
132	5
220	7
380	7

**N.B. Le distanze devono essere valutate nelle condizioni più gravose!**

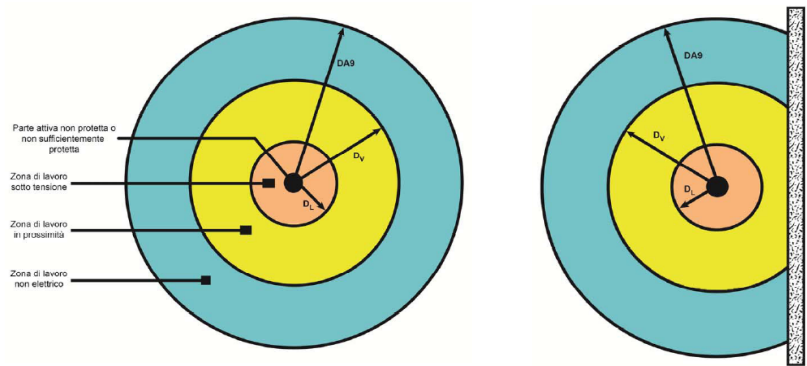
# Impianti elettrici nei cantieri – Contatti diretti

Il divieto di lavori in prossimità di linee elettriche si può superare se, previa segnalazione all'esercente della linea elettrica, si provvede ad un'adeguata protezione mediante ostacoli per evitare contatti accidentali o pericolosi avvicinamenti ai conduttori delle linee.



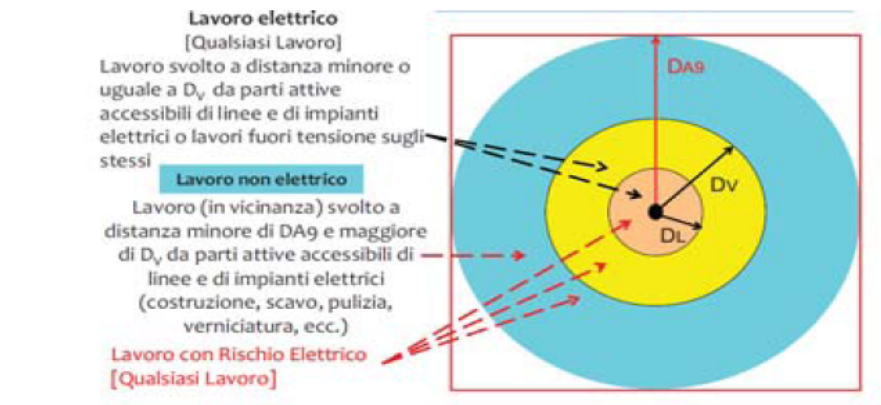
*Esempio di schermatura nei confronti di una linea elettrica aerea esterna in MT*

# Distanze DL, DV e DA9 CEI 11-27 (CEI 11-48)



**Zona di lavoro sotto tensione:** Spazio delimitato dalla distanza  $D_L$  intorno alle parti attive nel quale non è assicurato il livello di isolamento atto a prevenire il pericolo elettrico;  
**Zona Prossima:** Spazio esterno alla zona di lavoro sotto tensione delimitato dalle distanze  $D_V$ ;  
**Zona di lavoro non elettrico:** spazio esterno alla zona prossima delimitato dalla distanza  $DA_9$

Tensione nominale del sistema (valore efficace) UN [kV]	Distanza minima in aria che definisce il limite esterno della zona dei lavori sotto tensione $D_L$ [mm]	Distanza minima in aria che definisce il limite esterno della zona prossima $D_V$ [mm]	Distanza minima in aria definita dalla legislazione come limite per i lavori non elettrici $DA_9$ [mm]
$\leq 1$	no contact	300	3000
3	60	1 120	3500
6	90	1 120	3500
10	120	1 150	3500
15	160	1 160	3500
20	220	1 220	3500
30	320	1 320	3500
36	380	1 380	5000
45	480	1 480	5000
60	630	1 630	5000
70	760	1 760	5000
110	1 000	2 000	5000
132	1 100	3 000	5000
150	1 200	3 000	7000
220	1 600	3 000	7000
275	1 900	4 000	7000
380	2 500	4 000	7000
480	3 200	6 100	—
700	5 300	8 400	—



**Lavoro con rischio elettrico:** Lavoro di qualsiasi natura che presenta un rischio elettrico.



# CEI 11-27 – PES, PAV, PEC

IN BASE ALLA:

- ISTRUZIONE
- ESPERIENZA
- AFFIDABILITA'

LE PERSONE SONO  
SUDDIVISE IN:

## PERSONA ESPERTA (PES)\*

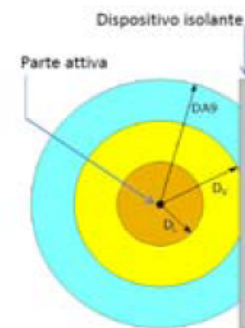
Persona con istruzione, conoscenza ed esperienza rilevanti tali da consentirle di analizzare i rischi e di evitare i pericoli che l'elettricità può creare.

## PERSONA AVVERTITA (PAV)\*

Persona adeguatamente avvisata da persone esperte per metterla in grado di evitare i pericoli che l'elettricità può creare.

## PERSONA COMUNE (PEC)

Persona che non è esperta e non è avvertita.



La zona di lavoro è definita in base alla distanza dalle parti attive non protette

- Zona di lavoro sotto tensione  
Il lavoro sotto tensione deve essere eseguito da:
  - PES o PAV con idoneità (art. 82 Testo Unico)
  - Persona idonea e abilitata (DM 4 febbraio 2011)
- Zona di lavoro in prossimità  
Il lavoro in prossimità deve essere eseguito da:
  - PES o PAV
  - PEC sotto la supervisione di PES
  - PEC sotto la sorveglianza costante di PES o PAV
- Zona di lavoro non elettrico  
Il lavoro non elettrico deve essere eseguito da:
  - PES o PAV
  - PEC sotto la supervisione di PES
  - PEC sotto la sorveglianza costante di PES o PAV
  - Sotto linea, PEC, altezza da terra  $\begin{cases} <4\text{m BT/MT } (<35\text{kV}) \\ <3\text{m AT } (>35\text{kV}) \end{cases}$
- Zona di lavoro senza rischio elettrico secondo la CEI 11-27  
Il lavoro può essere eseguito da PEC

# Lavori non elettrici (distanze tra Dv e DA9)

---

- Se il Datore di lavoro ha necessità di superare le altezze da terra o deve eseguire lavori in vicinanza in cui il pericolo non è dovuto soltanto all'altezza da terra (più in generale per non invadere la Dv), **deve predisporre un documento di valutazione delle distanze** e delle altre condizioni di sicurezza, rivolgendosi a **persone competenti di sua fiducia oppure a una PES o a un professionista esperto nell'applicazione della Norma CEI 11-27**

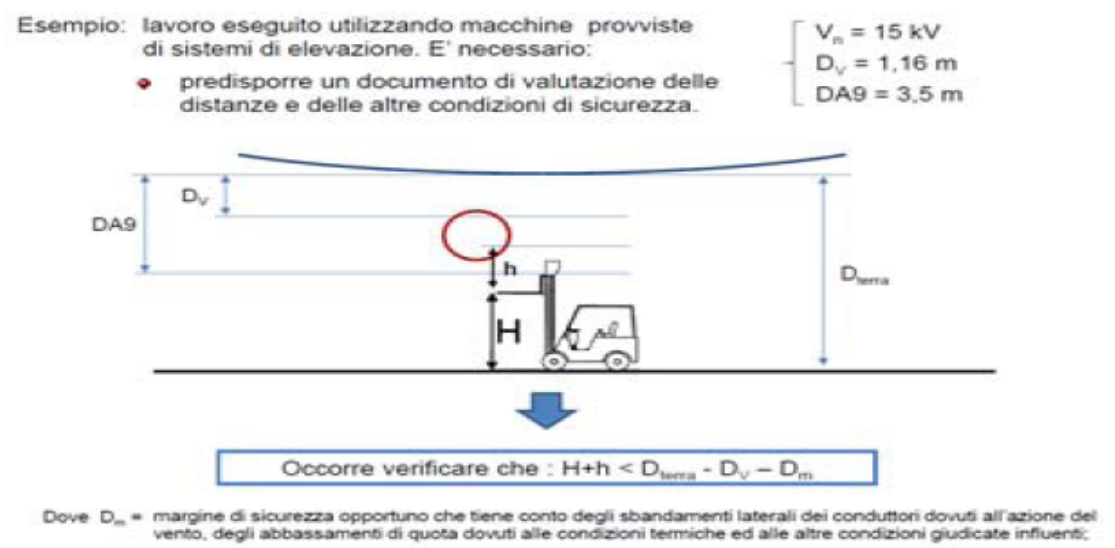
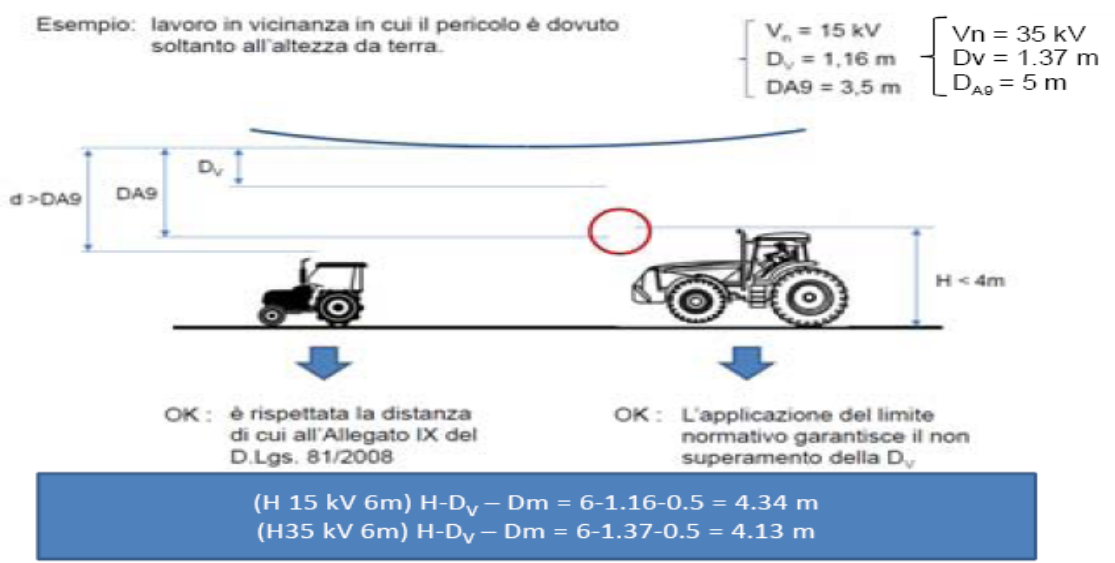
**NB. I limiti di 3 e 4 m sono a favore della sicurezza e basati sull'altezza minima da terra delle linee elettriche stabilita dal DM 21/3/1988 e sono riferiti al punto più basso dei conduttori della linea.**

**Qualora ci sia pericolo di invadere la zona prossima delimitata da Dv occorre:**

- mettere in atto mezzi quali ostacoli, blocchi, gioghi, ecc, tali da impedire l'accesso alla zona prossima, oppure
- far mettere fuori tensione e in sicurezza la linea elettrica mediante accordi con il gestore la linea stessa.

**In ogni caso, nel cantiere edile si deve conservare la documentazione pertinente ai provvedimenti attuati tra quelli sopra descritti.**

# Lavori non elettrici (distanze tra Dv e DA9)



# Lavori non elettrici (distanze tra Dv e DA9)

## Documento delle distanze di lavoro confinato tra DA9 e D<sub>v</sub>

### C.1 Documento di valutazione delle distanze

Scopo del documento di valutazione delle distanze per i lavori non elettrici (Norma CEI 11-27; art. 6.4.4) è quello di attestare che durante l'attività lavorativa non venga superato il limite esterno della distanza D<sub>v</sub> della presente Norma.

Il documento costituisce una sintesi della preventiva valutazione del rischio effettuata per poter operare in sicurezza alla distanza prevista.

I contenuti minimi del documento sono i seguenti:

- nominativo dell'impresa che esegue i lavori;
- tipo di lavoro da effettuare;
- impianto elettrico o linea interferente con i lavori, con le seguenti specificazioni:
  - tensione nominale;
  - denominazione dell'impianto, se conosciuto, oppure nome del proprietario dell'impianto
  - individuazione della relativa zona interferente;

Il documento deve essere predisposto da un esperto della materia (ovvero esperto dell'applicazione della presente Norma) come ad esempio una PES (secondo la presente Norma) o professionista.

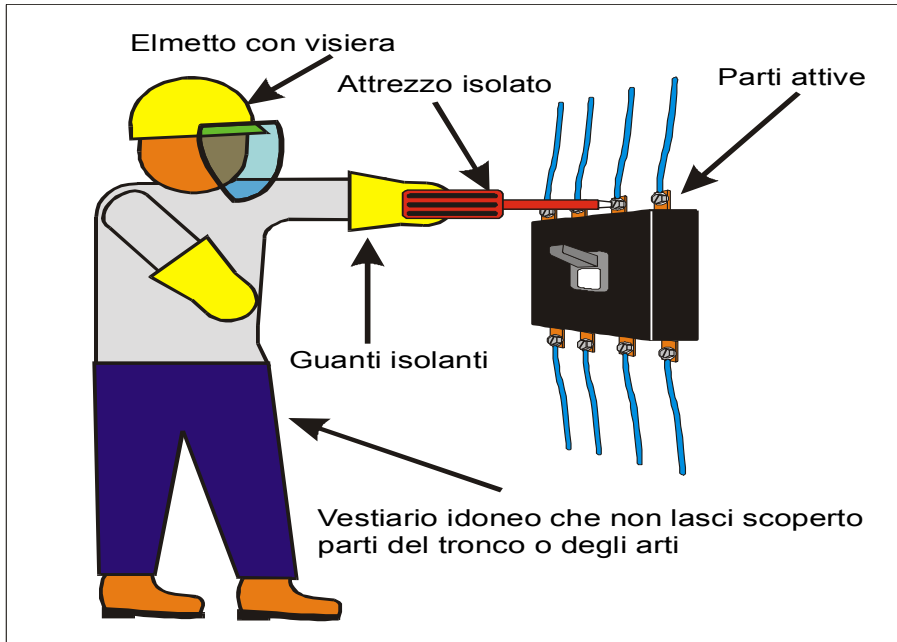
Per i lavori ripetitivi può essere utilizzato un unico attestato valido per tutte le tipologie di lavori replicabili nello stesso contesto.

Nell'allegato D si fornisce una sintesi commentata delle normative che definiscono le distanze minime dal terreno e dalle acque non navigabili per i conduttori nudi delle linee aeree elettriche esterne in ragione delle tensioni di esercizio delle stesse.

Un esempio del documento di valutazione delle distanze è riportato nell'Allegato E.

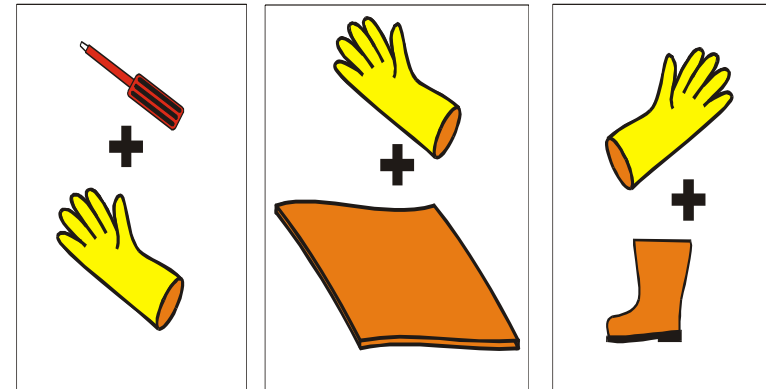


# Lavori sotto tensione BT a contatto



Nei lavori elettrici a contatto è **SEMPRE** richiesta la **DOPPIA PROTEZIONE**, mediante:

1. **Guanti isolanti + Attrezzi isolanti**
2. **Guanti isolanti + Tappeto isolante**
3. **Guanti isolanti + Tronchetti isolanti**



L'obiettivo è realizzare **una DOPPIA PROTEZIONE ISOLANTE** verso le parti attive su cui si interviene e proteggersi dagli effetti dell'arco elettrico







- **Distruzione dell'isolamento dei cavi** (fori, tagli e abrasioni) con cedimento dell'isolante istantaneo o differito;
- **Distacco dei cavi dai sistemi di ammaraggio**, con sollecitazioni dei conduttori sui morsetti di derivazione; possibile distacco dei conduttori dai morsetti;
- **Distacco dei cavi dalle corde di trattenuta** (cordino in acciaio) e conseguente sollecitazione del cavo trattenuto;
- **Contatti elettrici dei conduttori interni al cavo con i sistemi di trattenuta del cavo** (cordino in acciaio), con conseguente messa in tensione degli stessi elementi metallici (corde in acciaio, occhielli e zanche murate, redancie, collari, ecc.).

## Protezioni delle linee in cavo

### Involucri o Barriere

Le barriere o gli involucri sono destinati ad impedire il contatto con le linee

### Ostacoli

Gli ostacoli sono destinati a impedire il contatto accidentale con le linee ma non il contatto intenzionale dovuto all'aggiramento deliberato dell'ostacolo

### Distanziamento

Il distanziamento è destinato solo ad impedire il contatto non intenzionale con le linee

## Esempio - Cavo ENEL a ridosso del muro

In presenza di un **cavo ENEL installato sui fabbricati a ridosso del muro** oggetto di lavorazioni è opportuno eseguire la protezione meccanica per mezzo di **canaline aperte a sezione omega**.

Questo tipo di protezione consente le lavorazioni nelle vicinanze della linea, permettendo la protezione contro le sollecitazioni meccaniche e i pericoli derivanti dall'uso di strumenti/attrezzi che potrebbero forare o tagliare l'isolante del cavo (trapani, flessibili, scalpelli, martelli, cazzuole ecc.)

## Esempio - Cavo ENEL a ridosso del muro

Aspetti da valutare:

- il **materiale costituente** la canalina andrà scelto in relazione alle sollecitazioni più gravose introdotte dai lavori (acciaio, vetroresina, PVC ecc.);
- qualora la canalina fosse costituita da materiale metallico o conduttore, l'installatore dovrà verificare la necessità o meno del **collegamento dell'involucro protettivo all'impianto di terra**;
- la canalina dovrà essere installata a **posa fissa** (rimovibile cioè mediante l'uso di una chiave o di un attrezzo) mediante idoneo fissaggio diretto o indiretto alla parete

## Esempio - Cavo ENEL che attraversa il piano di calpestio

Se un cavo ENEL attraversa il piano di calpestio di un ponteggio o corre nelle sue immediate vicinanze e può essere urtato dai lavoratori o dalle attrezzature di cantiere è opportuno realizzare la protezione:

a) **protezione elettrica mediante l'inserimento di un tubo corrugato** pesante in polietilene a doppia parete, corrugato esterno- liscio interno, conforme alla norma CEI EN 50086 (CEI 23-39 e CEI 23-46); in questo caso il tubo corrugato posizionato su un cavo sorretto da fune metallica può anche svolgere la funzione di isolante in caso di messa in tensione da guasto della fune.

## Esempio - Cavo ENEL che attraversa il piano di calpestio

**b) protezione mediante barriera distanziatrice.** Ha lo scopo di impedire sia il contatto non intenzionale dell'uomo con il cavo elettrico, sia l'eventuale sollecitazione meccanica da contatto con le attrezzature (sollecitazione da spinta o da appoggio).

## Esempio - Interferenza delle linee con le gru

L'interferenza delle linee con le gru a torre impone una attenta valutazione dei pericoli; i cavi possono essere gravemente sollecitati dagli urti con i carichi sospesi con conseguenti rotture o distacchi dalle morsettiere di derivazione.

E' pertanto indispensabile **programmare il raggio di azione della gru in modo da impedire l'interferenza** e se questo non è evitabile si impone l'installazione di un'opera provvisoria (barriera di protezione del cavo) le cui caratteristiche ( schema di posa, resistenza agli urti, ecc.) saranno oggetto di progetto da inserire nel PSC o nel POS ove richiesto dalle normative.



## Protezioni delle linee in cavo

Si ribadisce che qualora si operi la protezione di un cavo sostenuto da corda metallica, prima e dopo l'installazione della protezione l'elettricista o altra persona addestrata (CEI 11-27) dovrà eseguire la misura della differenza di potenziale tra la corda metallica e l'impianto di terra.

Qualora fossero individuabili tensioni sulla fune metallica **sarà obbligo dell'installatore l'immediata segnalazione all'ente gestore e al coordinatore per la sicurezza.**

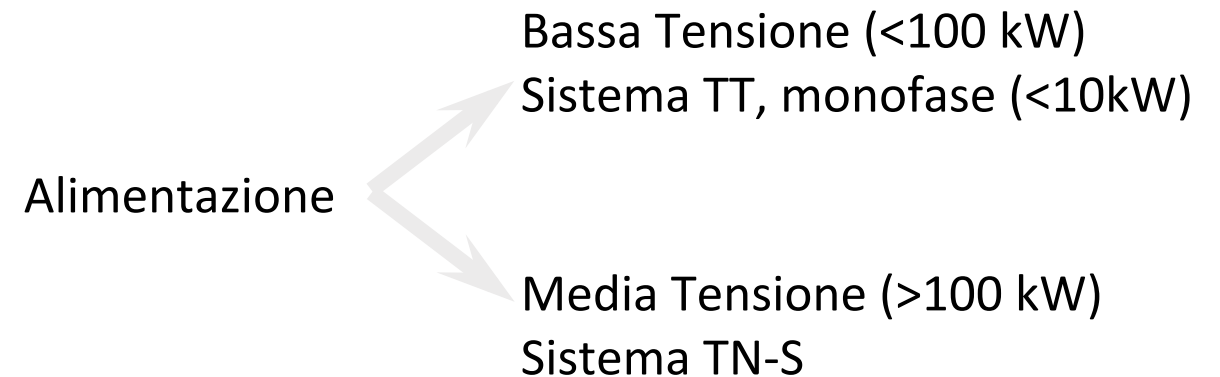
## Sommario:

1. Rischio Elettrico, Leggi e Norme, Responsabilità;
2. Protezione dai Contatti Diretti e Cenni ai Lavori Elettrici;
3. Protezione dai Contatti Indiretti;
  - a) Alimentazione;
  - b) Dimensionamento e Posa delle Conduitture;
  - c) Quadri di Cantiere;
  - d) Prese a Spina, Avvolgicavo, Prolunghe;
  - e) Impianto di Terra;
4. Protezione contro i Fulmini.

# PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI - ALIMENTAZIONE

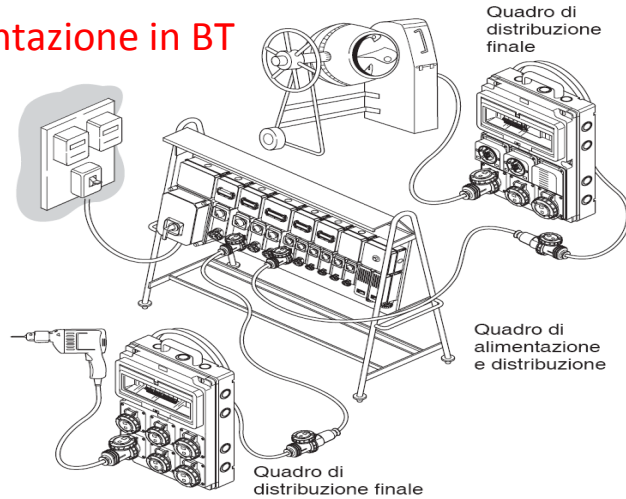
L'impianto di cantiere è alimentato normalmente da un **punto di fornitura provvisorio** e trae origine dal punto di allacciamento della linea di alimentazione del quadro generale di cantiere che spesso coincide con i morsetti dell'interruttore limitatore o dell'organo di misura, quando l'energia è fornita direttamente in bassa tensione da un ente distributore, o con un gruppo elettrogeno o una sottostazione prefabbricata di trasformazione MT/BT negli altri casi.

**L'alimentazione però può essere prelevata anche da un impianto esistente**, con l'impianto di cantiere che in questo caso fa capo ai morsetti dell'interruttore subito a monte della linea di cantiere oppure, come nel caso di piccoli cantieri, direttamente dalla presa a spina che alimenta il quadretto di cantiere.

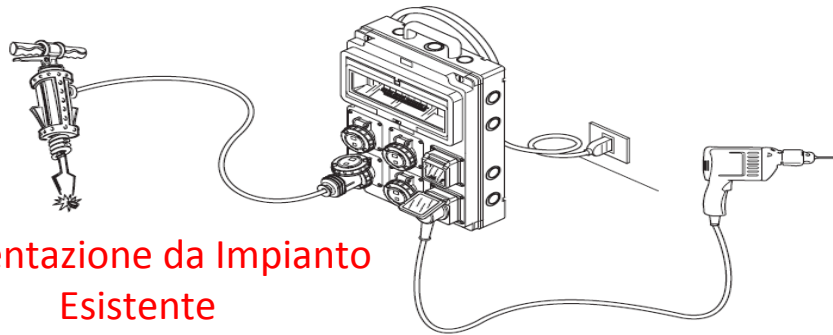


# PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI - **ALIMENTAZIONE**

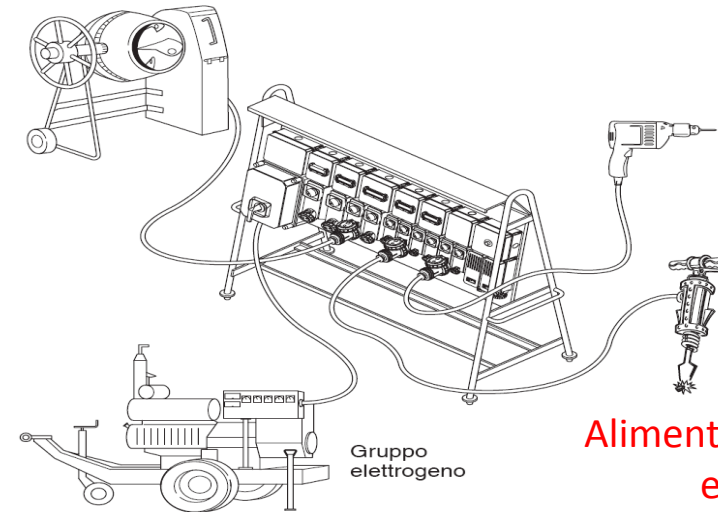
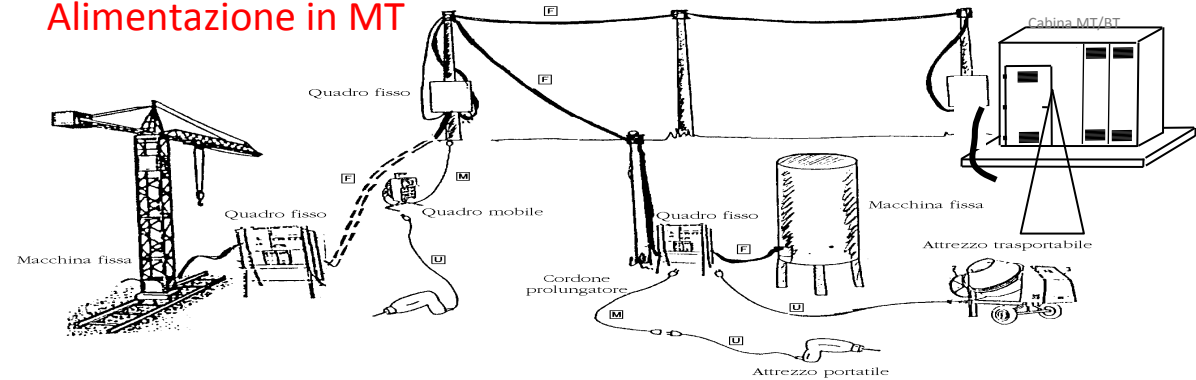
## Alimentazione in BT



## Alimentazione da Impianto Esistente



## Alimentazione in MT



## Alimentazione da gruppo elettrogeno

F. Pilo



# PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

---

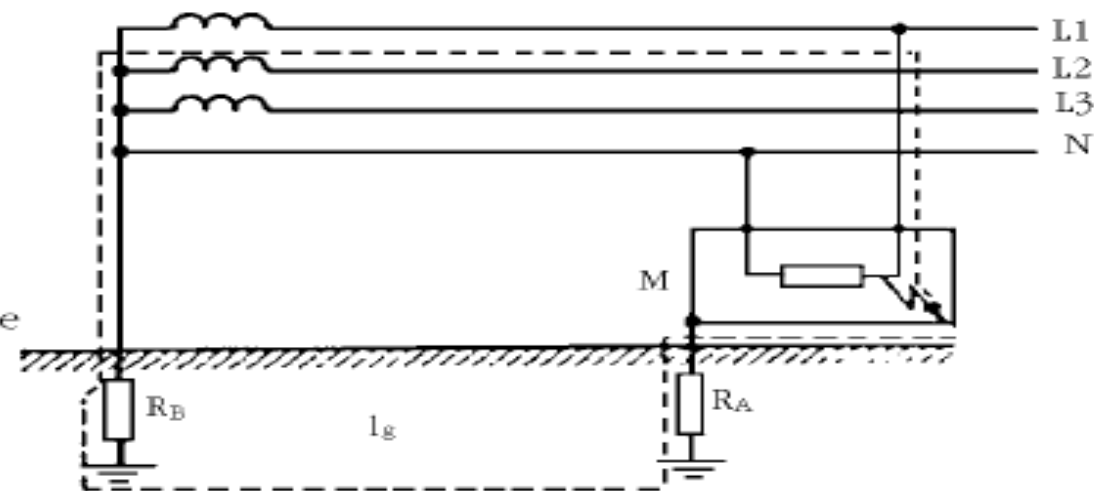
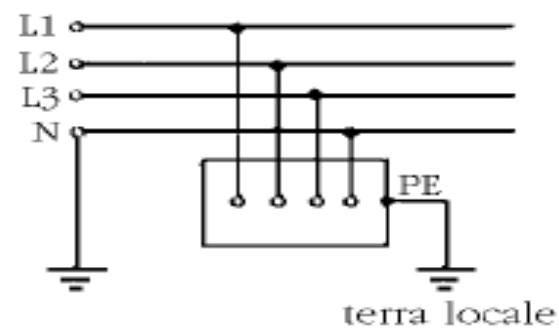
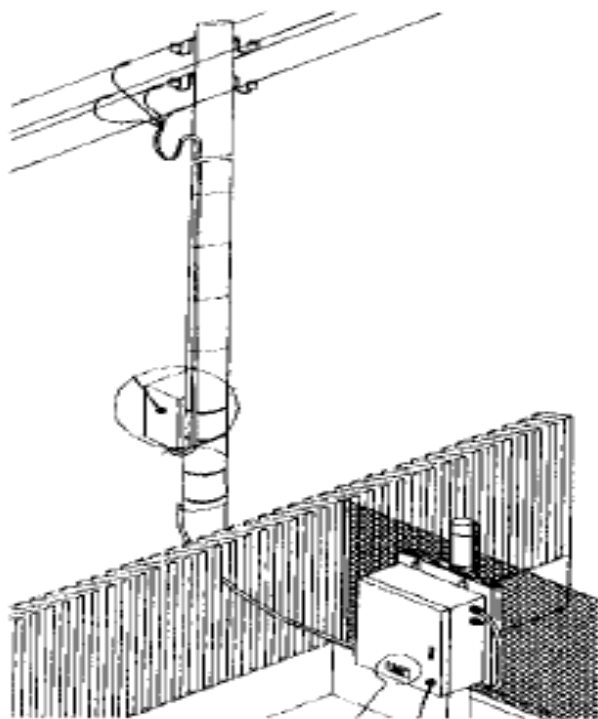
Sono **ammessi tutti i sistemi indicati dalla Norma CEI 64-8:**

- **interruzione automatica dell'alimentazione,**
- **componenti di classe II,**
- **separazione elettrica, ecc.**

considerando una **tensione di contatto limite ridotta** rispetto ad un luogo ordinario a **25 V** in corrente alternata e a 60 V in corrente continua.

La protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti con sistema **SELV** a una tensione nominale non superiore a 50 V in corrente alternata o 120 V in corrente continua con l'alimentazione fornita da una sorgente di sicurezza con adeguate caratteristiche di separazione (motori generatori, trasformatori di sicurezza, batterie, ecc..).

## Alimentazione da rete pubblica in BT (Sistema TT)



Sistema di distribuzione TT e percorso della corrente di guasto a terra

Alimentazione da rete pubblica in BT (Sistema TT)

---

Il valore della resistenza di terra deve essere coordinato con i dispositivi di protezione verificando la seguente relazione:

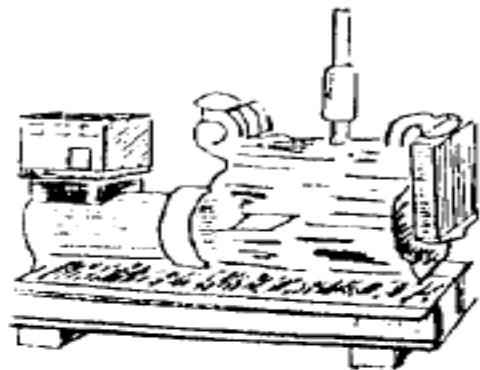
$$R_E \leq \frac{25}{I_{dn}}$$

dove  $R_E$  è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse,  $I_{dn}$  è la corrente nominale differenziale del dispositivo di protezione e 25 V è la tensione limite di contatto per ambienti particolari.

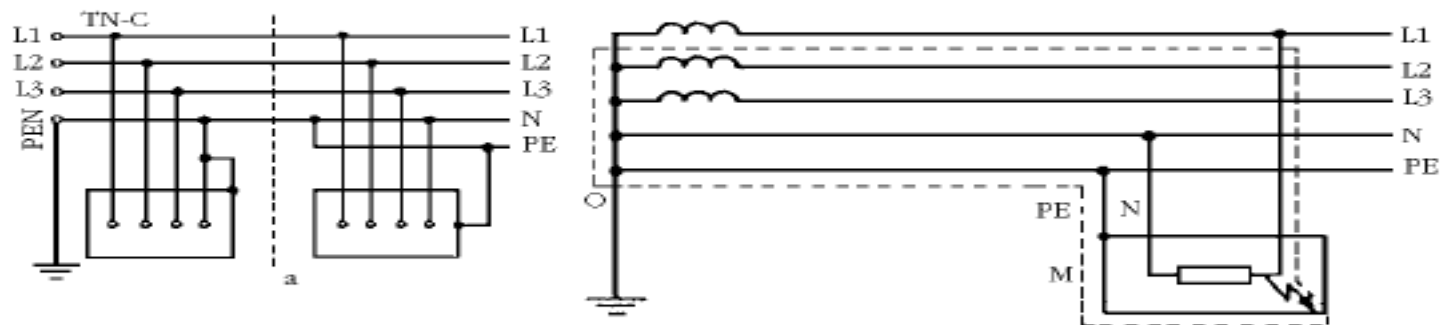
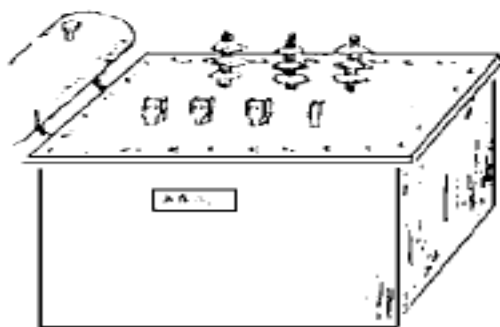


Alimentazione in MT o da grossi Gruppi Elettrogeni

Gruppo elettrogeno



Trasformatore di MT/BT



Sistema di distribuzione TN e percorso della corrente di guasto a terra

## Alimentazione da rete pubblica in MT (Sistema TN)

Per i **cantieri di grande dimensione** può essere conveniente alimentare l'impianto elettrico in MT, mediante una propria cabina di trasformazione, realizzando il collegamento a terra secondo il sistema TN-S o TN-C-S. Lo stesso sistema viene adottato anche se l'alimentazione avviene tramite gruppo elettrogeno trifase per potenze medie o elevate.

L'impianto di terra è unico e si ottiene collegando le masse dell'impianto del cantiere, attraverso un adeguato conduttore di protezione, all'impianto di terra della cabina di trasformazione.

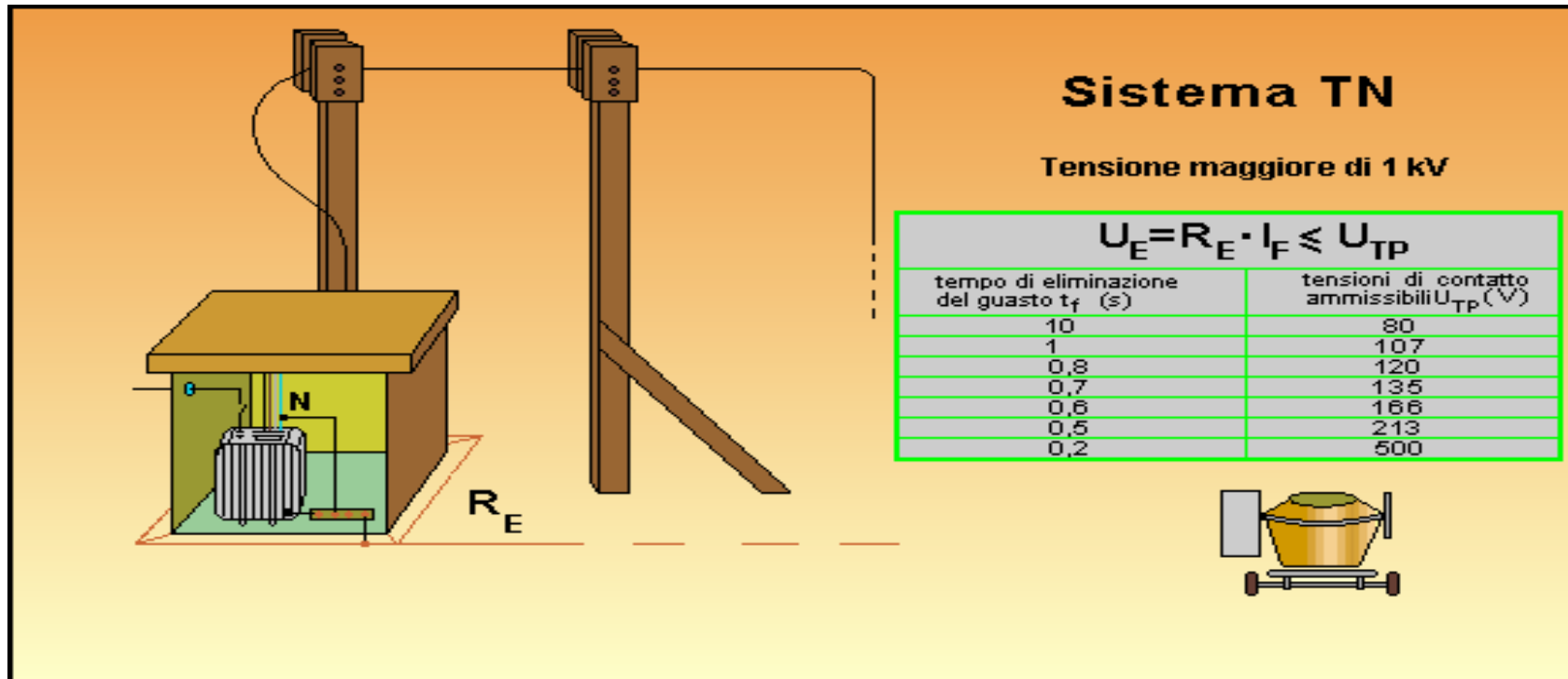
Per la parte in MT la relazione da verificare in questo caso è:

$$U_E = R_E \cdot I_F \leq U_{TC}$$

dove  $R_E$  è la resistenza di terra,  $U_E$  è la tensione totale di terra,  $U_{TC}$  è la tensione di contatto ammissibile ed  $I_F$  è la corrente di guasto a terra MT (dato fornito dall'ente distributore).

## Alimentazione da rete pubblica in MT (Sistema TN)

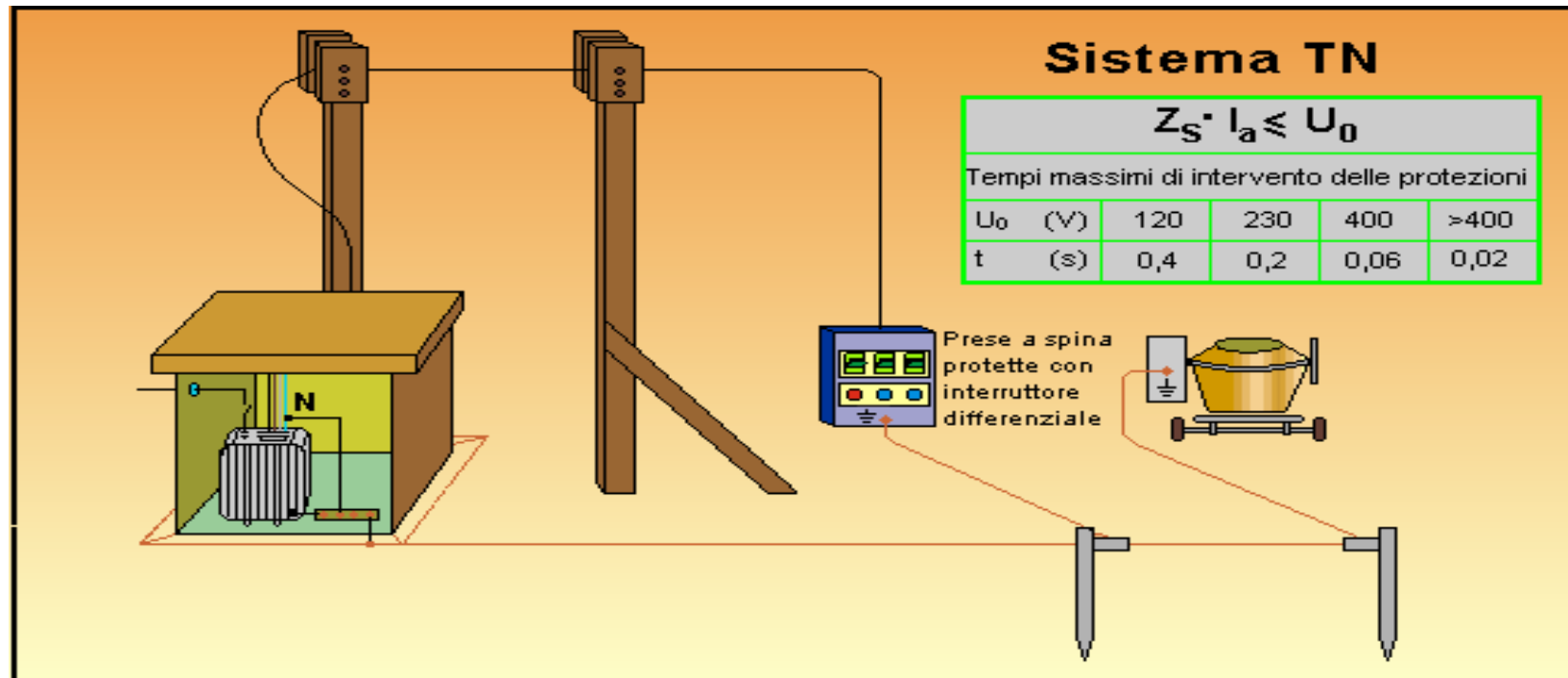
La tensione totale di terra  $U_E$  e le tensioni di contatto ammissibili  $U_{TC}$ , noto il tempo di eliminazione del guasto  $t_F$  (dato fornito dall'ente distributore) devono essere scelte fra quelle indicate in figura.



*Alimentazione con sistema TN – Parte in media tensione*

## Alimentazione da rete pubblica in MT (Sistema TN)

Per quanto riguarda la parte dell'impianto a bassa tensione occorre verificare il coordinamento dei dispositivi di protezione così come indicato nella Norma CEI 64-8 art. 481.3.1 (Sistemi TN).



*Alimentazione con sistema TN – Parte in bassa tensione*

## Alimentazione da rete pubblica in MT (Sistema TN)

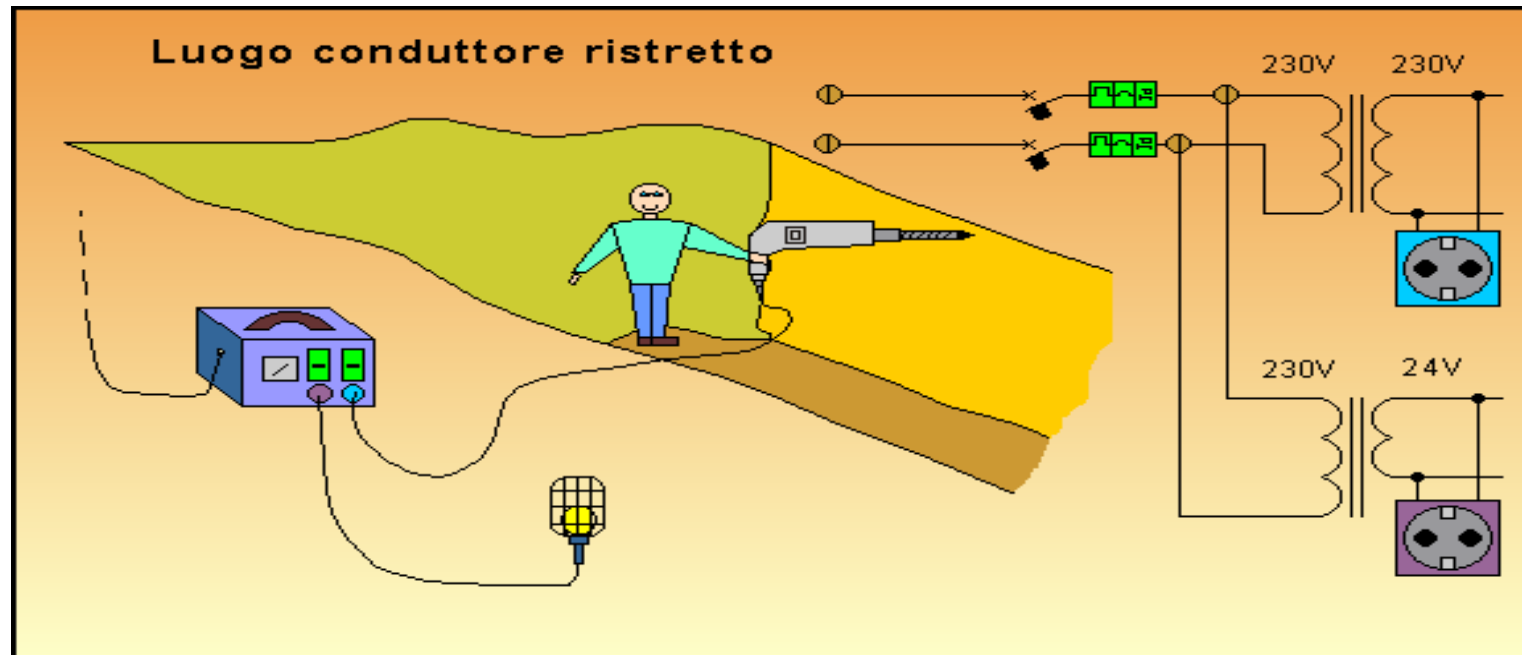
L'impedenza dell'anello di guasto,  $Z_s$ , può essere ottenuta con calcoli o più semplicemente con misure ma negli impianti di cantiere, dove per maggior sicurezza normalmente si impiegano dispositivi differenziali (in questo caso  $I_a$  coincide con la corrente nominale differenziale del dispositivo  $I_{dn}$ ), la misura dell'impedenza dell'anello di guasto in genere non risulta necessaria perché nella maggioranza dei casi con tali dispositivi la relazione:

$$I_a \leq \frac{U_0}{Z_s}$$

risulta ampiamente soddisfatta.

## Alimentazione dei circuiti in Luoghi Conduttori Ristretti

Tutti i luoghi di dimensioni limitate, racchiusi da superfici metalliche o comunque conduttrici nei quali una persona può entrare in contatto con tali superfici attraverso un' ampia parte del suo corpo e dove è difficoltoso interrompere tale contatto, vengono denominati **luoghi conduttori ristretti**.



*Alimentazione dei circuiti in luogo conduttore ristretto mediante trasformatore di sicurezza (SELV) e di isolamento*

## Alimentazione dei circuiti in Luoghi Conduttori Ristretti

Gli utensili portatili, gli apparecchi di misura trasportabili o mobili possono essere alimentati a **bassissima tensione di sicurezza** (SELV) ad una tensione non superiore a 50 V (*le lampade portatili possono essere alimentate solo a bassissima tensione di sicurezza normalmente 24 V*) o tramite **separazione elettrica** con un trasformatore di isolamento 230V/230V, (*in questo caso gli utensili, dovranno essere del tipo a doppio isolamento e il trasformatore di sicurezza dovrà essere privo della messa a terra sul secondario*), tenendo le sorgenti di energia all'esterno del luogo conduttore ristretto.

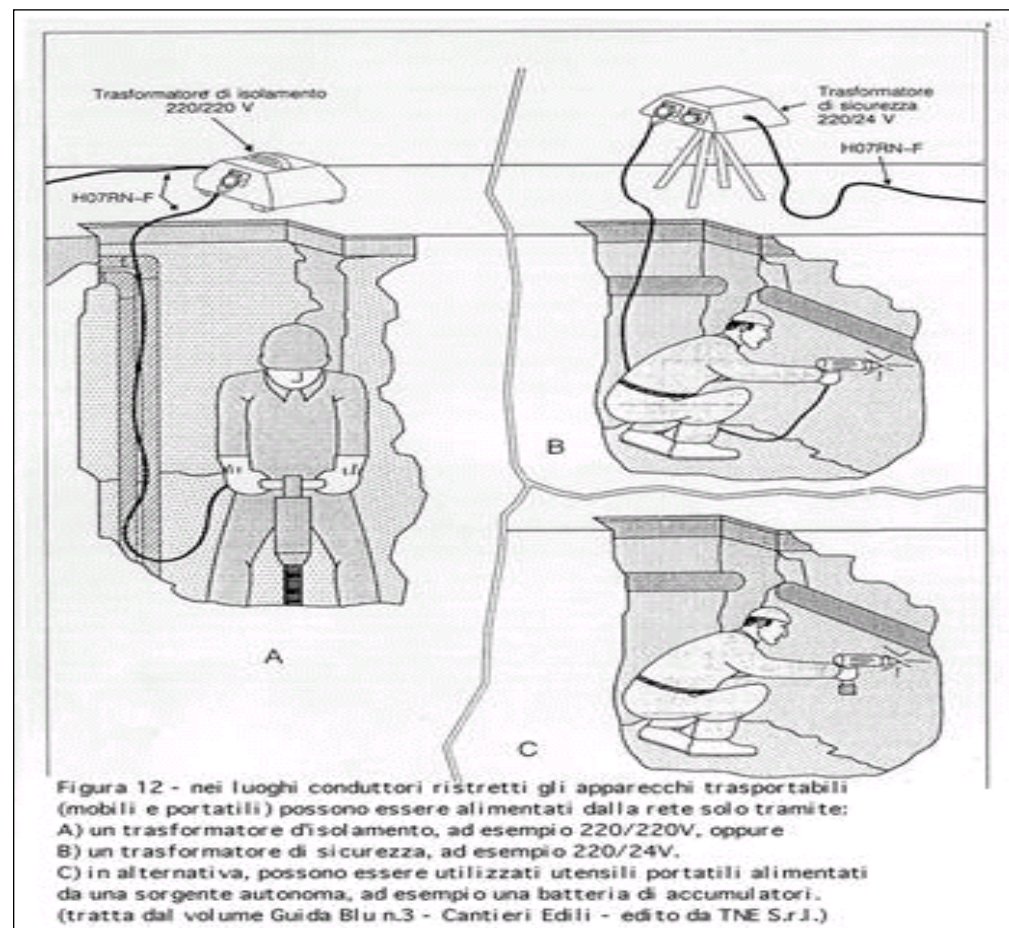
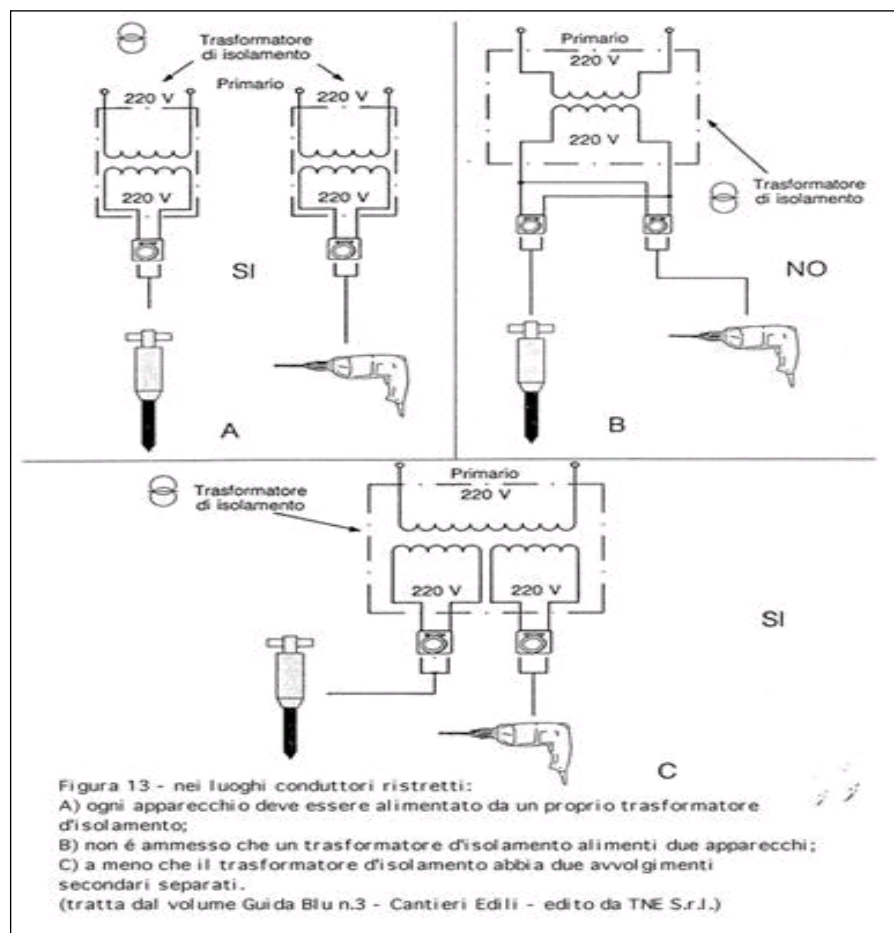
I quadri speciali possono essere muniti di più prese a spina purché alimentate da un singolo trasformatore o da un singolo avvolgimento di un trasformatore con più avvolgimenti secondari separati.





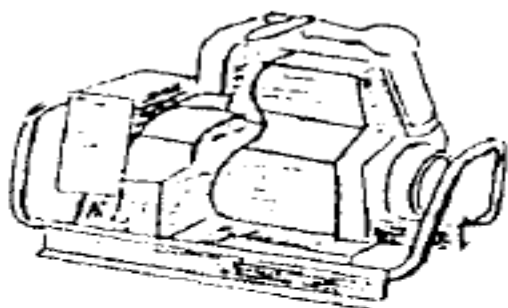
# PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

## Alimentazione dei circuiti in Luoghi Conduttori Ristretti

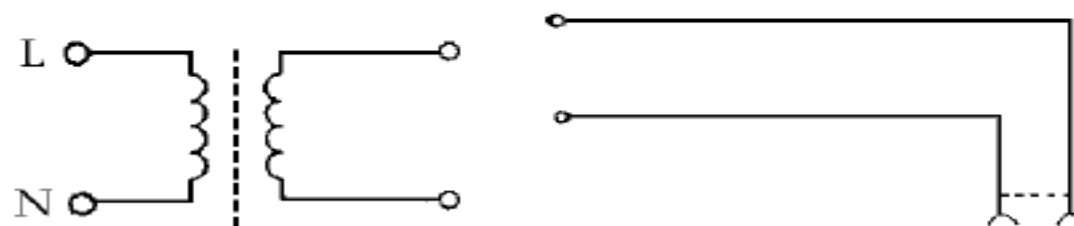
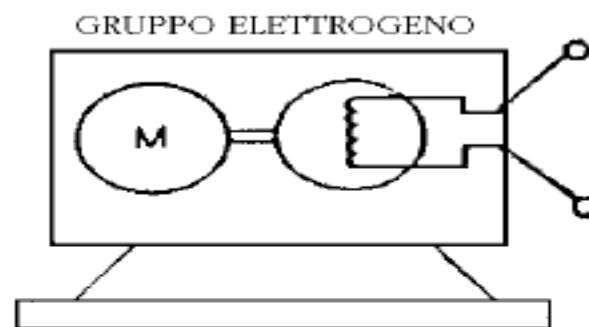
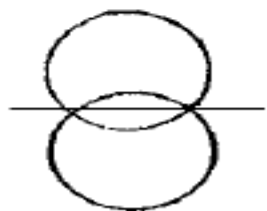


## Alimentazione per piccoli cantieri

Piccolo gruppo elettrogeno



Trasformatore di isolamento

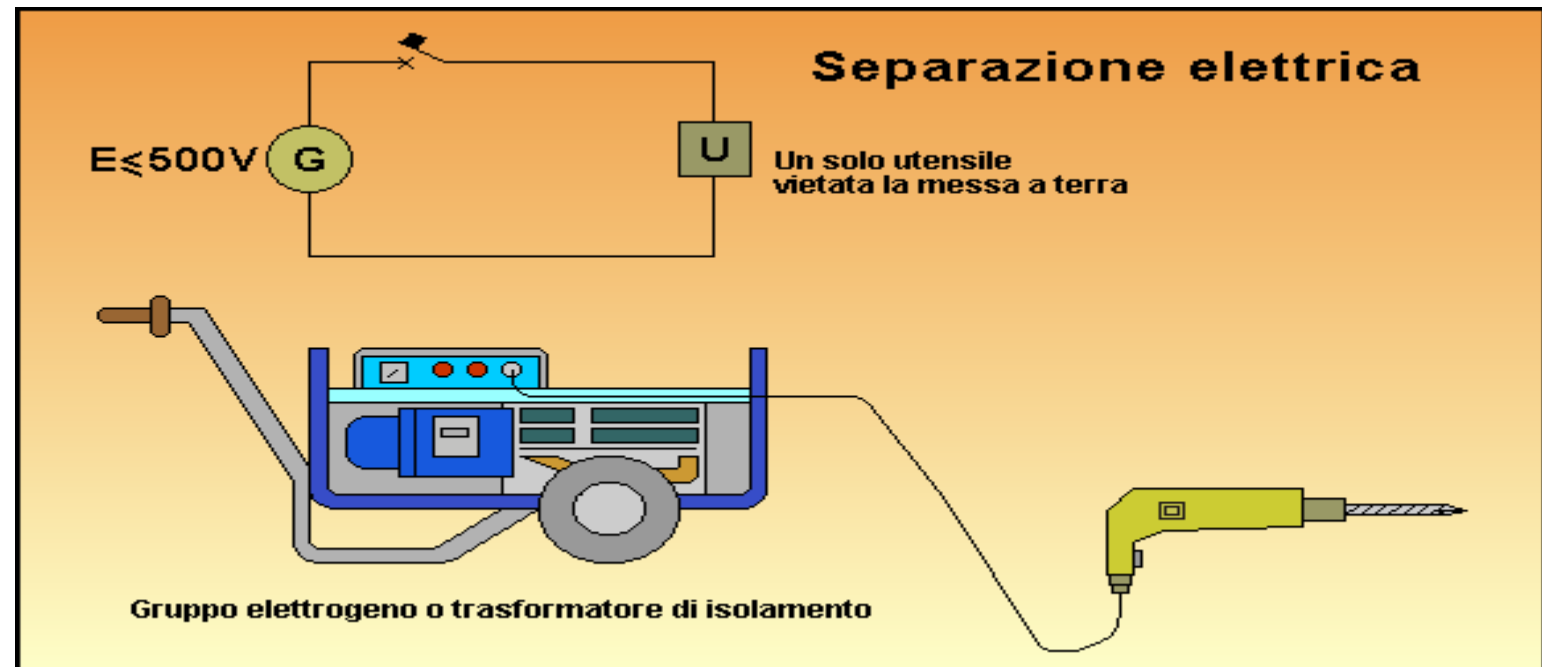


Separazione elettrica per alimentazione di un singolo utilizzatore

## Protezione per separazione elettrica – componenti di classe II

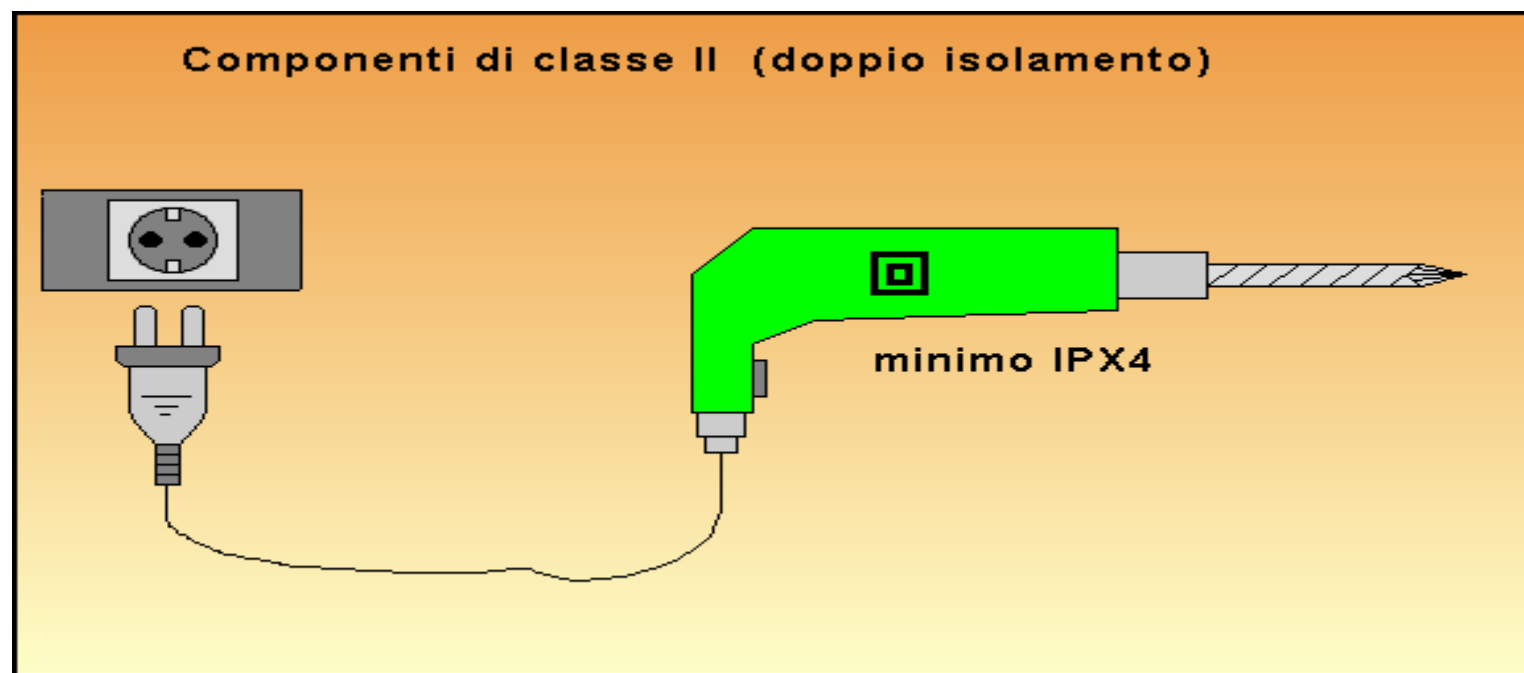
I circuiti dei **piccolissimi cantieri** possono essere collegati direttamente all'impianto esistente mediante presa a spina che alimenta un quadro portatile contenente un trasformatore di isolamento, ottenendo in tal modo una protezione contro i contatti indiretti mediante separazione elettrica.

Allo stesso risultato si può giungere anche utilizzando un piccolo gruppo elettrogeno con adeguate caratteristiche di separazione che alimenta un solo utilizzatore alla volta.



Protezione per separazione elettrica – componenti di classe II

Un'altra soluzione possibile per i piccolissimi cantieri consiste nell'impiego di utensili portatili di classe II, purché siano idonei per l'uso in luoghi soggetti a spruzzi d'acqua (IPX4).



## Sommario:

1. Rischio Elettrico, Leggi e Norme, Responsabilità;
2. Protezione dai Contatti Diretti e Cenni ai Lavori Elettrici;
3. **Protezione dai Contatti Indiretti;**
  - a) Alimentazione;
  - b) **Dimensionamento e Posa delle Condutture;**
  - c) Quadri di Cantiere;
  - d) Prese a Spina, Avvolgicavo, Prolunghe;
  - e) Impianto di Terra;
4. Protezione contro i Fulmini.
5. Esempi di Non Conformità Impiantistiche

## Dimensionamento e posa delle condutture

---




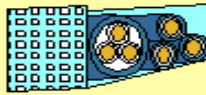

La scelta delle condutture di cantiere viene effettuata, come per tutti gli impianti tradizionali, a partire dalla modalità di posa, tenendo presenti le caratteristiche ambientali tipiche dei cantieri.

Il tipo di posa scelto non deve essere di intralcio alle persone o ai mezzi di trasporto (anche per evitare danneggiamenti ai cavi stessi), i cavi devono essere opportunamente protetti meccanicamente contro i danneggiamenti e devono essere facilmente individuabili e rimovibili quando il cantiere sarà smantellato.

La scelta della modalità di posa è condizionata da diversi fattori tra i quali il costo e la facilità di recupero o di spostamento nel corso dei lavori di cantiere.

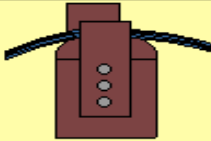

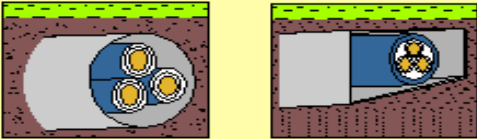

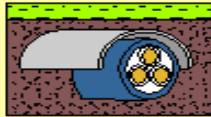

Tra le modalità proposte dalla normativa vigente quella più utilizzata proprio per la sua economicità e versatilità nell'impiego in cantiere, è quella aerea senza fune portante.

## Dimensionamento e posa delle condutture

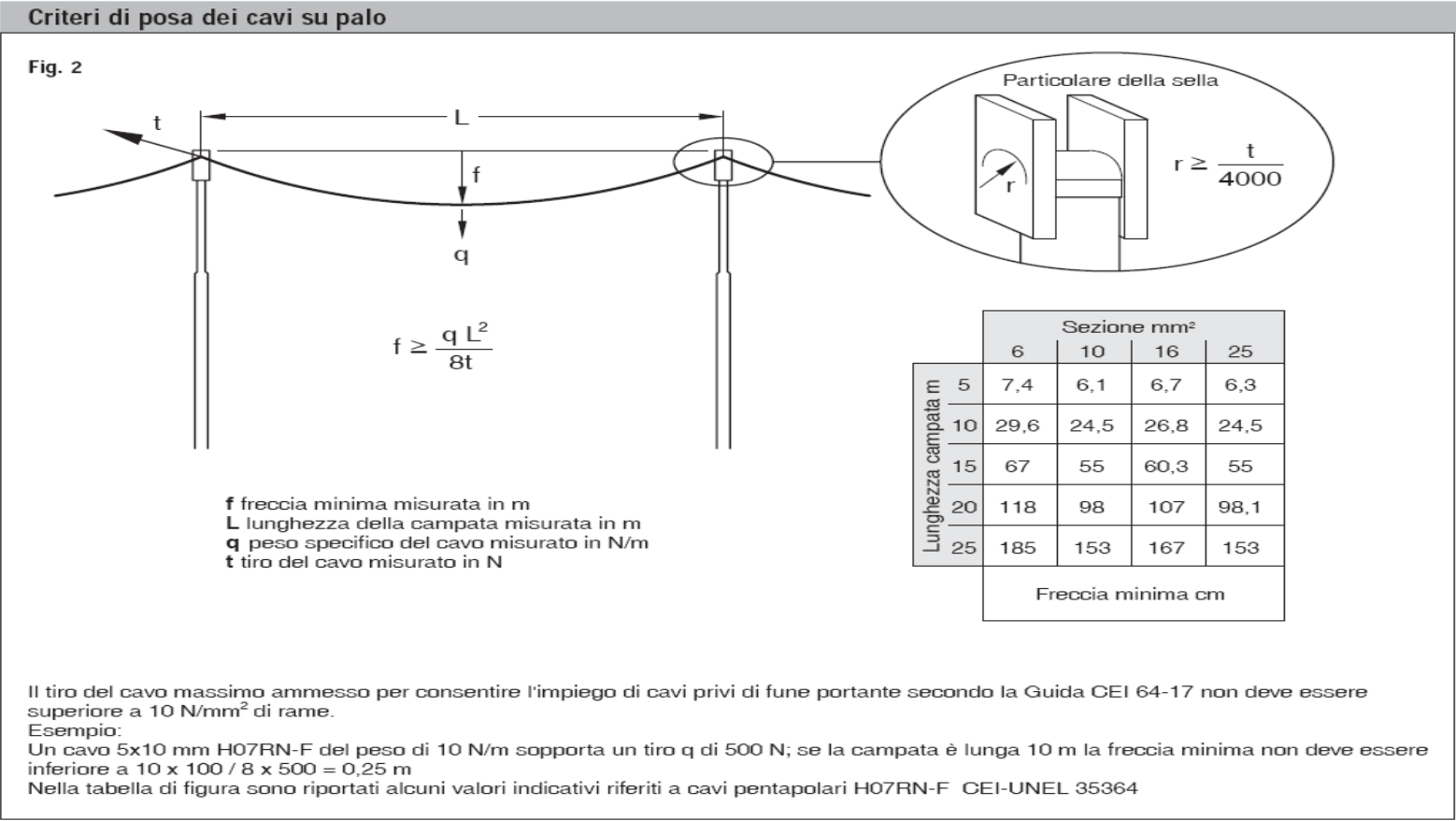
Pose più significative	Numero CEI 64-8	Raffigurazione	Temp.ambiente (C°)
Cavi entro tubi a vista Senza guaina Multipolari o unipolari con guaina	3 3A		30
Cavi con guaina o armatura posati a parete	11		30
Cavi multipolari con guaina su passerelle non perforate Cavi unipolari con guaina su passerelle non perforate	12		30
Cavi multipolari con guaina su passerelle perforate Cavi unipolari con guaina su passerelle perforate	13 13		30
Cavi multipolari con guaina sospesi a funi Cavi unipolari con guaina sospesi a funi	17 17		30



## Dimensionamento e posa delle condutture

Cavi multipolari con guaina sospesi su pali dotati di selle e fissati confascette	17		30
Cavi Unipolari con o senza guaina posati in canale Cavi Multipolari con o senza guaina posati in canale	34 34A		30
Cavi con guaina posati in tubi protettivi (cavidotti) o cunicoli interrati	61		20
Cavi provvisti di armatura metallica interrati senza protezione meccanica aggiuntiva	62		20
Cavi con guaina interrati con protezione meccanica	63		20
Cavi multipolari immersi in acqua	81		20

Dimensionamento e posa delle condutture



Dimensionamento e posa delle condutture

L'impianto di cantiere, a valle dell'apparecchiatura di alimentazione principale, e cioè dell'interruttore generale di sezionamento e protezione, **va considerato di tipo mobile** e perciò deve essere realizzato con cavi flessibili **H07RN-F** o simili. Comunque, deve trattarsi di cavi muniti di guaina pesante, resistente all'acqua ed all'abrasione con tensione di esercizio non inferiore a 450/750V.

Fra i cavi idonei si segnalano: H07RN-F, N07V-K, FG7OR, N1VV-K.

Tab. 2 **Tipologie di posa generalmente usate nei cantieri**

Modalità di posa		Posa fissa				Posa mobile
		Tubi protettivi e canali	Passerelle e funi	Interrato		
				Tubi protettivi	con protezione meccanica	
Tipo	Tensioni	3, 34	11, 12, 13, 17, 34	61	63	
N07V-K	450/750V	SI	NO	NO	NO	NO
H07BQ-F	450/750V	SI	SI	NO	NO	SI
H07RN-F	450/750V	SI	SI	NO	NO	SI
FG7OR	0,6/1 kV	SI	SI	SI	SI	NO
N1VV-K	0,6/1 kV	SI	SI	SI	SI	NO

Dimensionamento e posa delle condutture

H07RN-F

CAVI PER ENERGIA FLESSIBILI ISOLATI IN GOMMA  
CON GUAINA SPECIALE ADATTO PER POSA O PER  
COLLEGAMENTI MOBILI PER SERVIZIO MECCANICO ANCHE GRAVOSO



**CE** Conforme ai requisiti essenziali della direttiva BT 2006/95/CE  
Accordingly to the standards BT 2006/95/CE

CEI 20-19/4 / 20-35 (EN60332-1)  
CENELEC HD22.4.S4 UNEL 35364

GENERAL CAVI

D C B A

A	Conduttore a corda flessibile di rame rosso ricotto. <i>Flexible red copper conductor.</i>
B	Isolante in mescola elastomerica qualità EI4. <i>Elastomeric mixture Insulation in EI4 quality.</i>
C	Guaina speciale in qualità EM2. <i>Special sheath EM2 quality.</i>
D	Marcatura di identificazione. <i>Identification marking.</i>

TENSIONE NOMINALE $U_0/U$ :	NOMINAL VOLTAGE $U_0/U$ :	450 / 750 V
TEMPERATURA MASSIMA DI ESERCIZIO:	MAXIMUM OPERATING TEMPERATURE:	+60°C
TEMPERATURA MASSIMA DI CORTO CIRCUITO:	MAXIMUM SHORT CIRCUIT TEMPERATURE:	+200°C
(RESISTENTE ALL'OLIO SECONDO EN 60811-2-1)	(OIL RESISTANT EN 60811-2-1)	

# Nuove Sigle Cavi – Il Regolamento C.P.R.

## Classificazione e Nuove Sigle Cavi – Cavi E<sub>ca</sub>

Sigla attuale	Classe di reazione al fuoco	Nuova sigla cavo
H07RN-F	E <sub>ca</sub>	Nessuna modifica
H05RN-F	E <sub>ca</sub>	Nessuna modifica
H07V-K	E <sub>ca</sub>	Nessuna modifica
H05VV-F	E <sub>ca</sub>	Nessuna modifica
H05Z1Z1-F	E <sub>ca</sub>	Nessuna modifica
H03VV-F	E <sub>ca</sub>	Nessuna modifica
H05V2V2-F	E <sub>ca</sub>	Nessuna modifica

N.b. I cavi resistenti al fuoco non sono soggetti al CPR

# Nuove Sigle Cavi – Il Regolamento C.P.R.

## Classificazione e Nuove Sigle Cavi – Cavi $C_{ca}$

Sigla attuale	Classe di reazione al fuoco	Nuova sigla cavo
N07G9-K	$C_{ca}$ - s1b, d1, a1	FG17
FG7OM1 (potenza e segnalamento)	$C_{ca}$ - s1b, d1, a1	FG16OM16 (potenza e segnalamento)
FG7M1	$C_{ca}$ - s1b, d1, a1	FG16M16
N07V-K	$C_{ca}$ - s3, d1, a3	FS17
FG7OR (potenza e segnalamento)	$C_{ca}$ - s3, d1, a3	FG16OR16 (potenza e segnalamento)
FG7R	$C_{ca}$ - s3, d1, a3	FG16R16

## Dimensionamento e posa delle condutture

I cavi possono anche essere stesi sul terreno, purché non sia destinato al passaggio di persone o di veicoli.

Nei punti di passaggio pedonale, può essere sufficiente la protezione mediante tubo di plastica di tipo pesante, o anche con assi di sufficiente spessore non appoggiate sul cavo.

Nei punti di passaggio **dei veicoli**, occorre provvedere **all'interramento ad almeno 0,5 m di profondità, oppure alla posa entro tubi di cemento interrati a filo strada.**

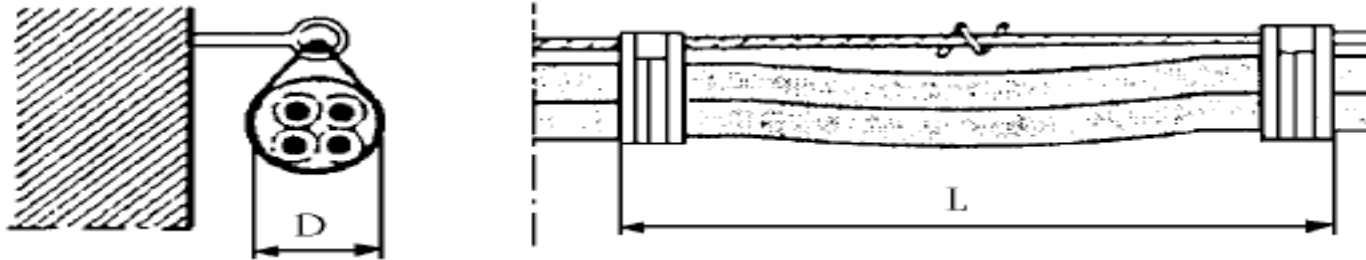




## Dimensionamento e posa delle condutture

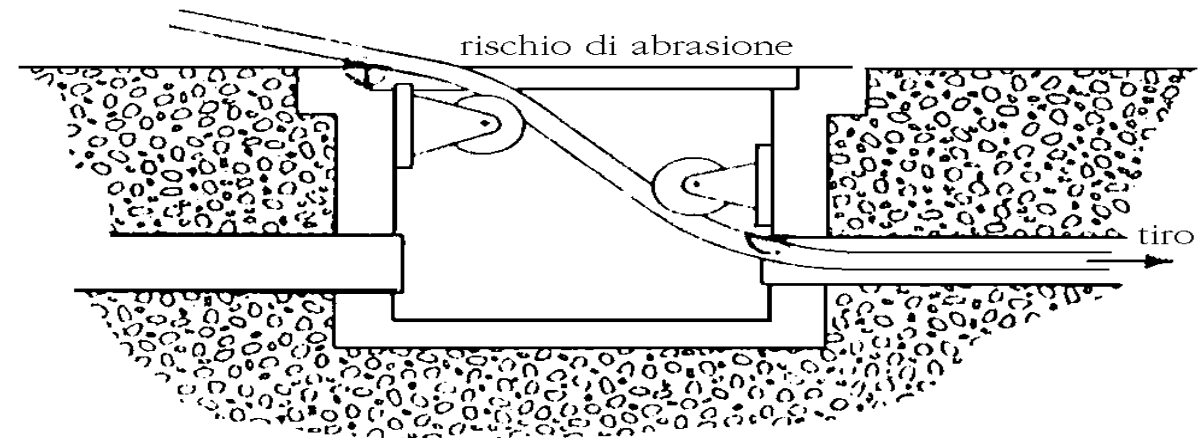
### Posa su funi

Quando il cavo non è autoportante e viene sospeso a funi metalliche, è bene che le fasciature siano tali da non danneggiare il cavo (è vietato l'uso di legature con filo di ferro), e disposte almeno ogni 2 metri.



### Sollecitazione a trazione

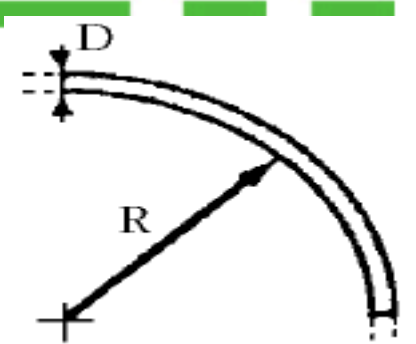
In alcune pose, o recuperi, ed in particolare in quelle in cavidotto, i cavi sono sottoposti ad elevati sforzi di trazione. La normativa consiglia di non superare i 50 N/mm<sup>2</sup> per cavi con conduttori in rame.



## Dimensionamento e posa delle condutture

### Raggio di curvatura

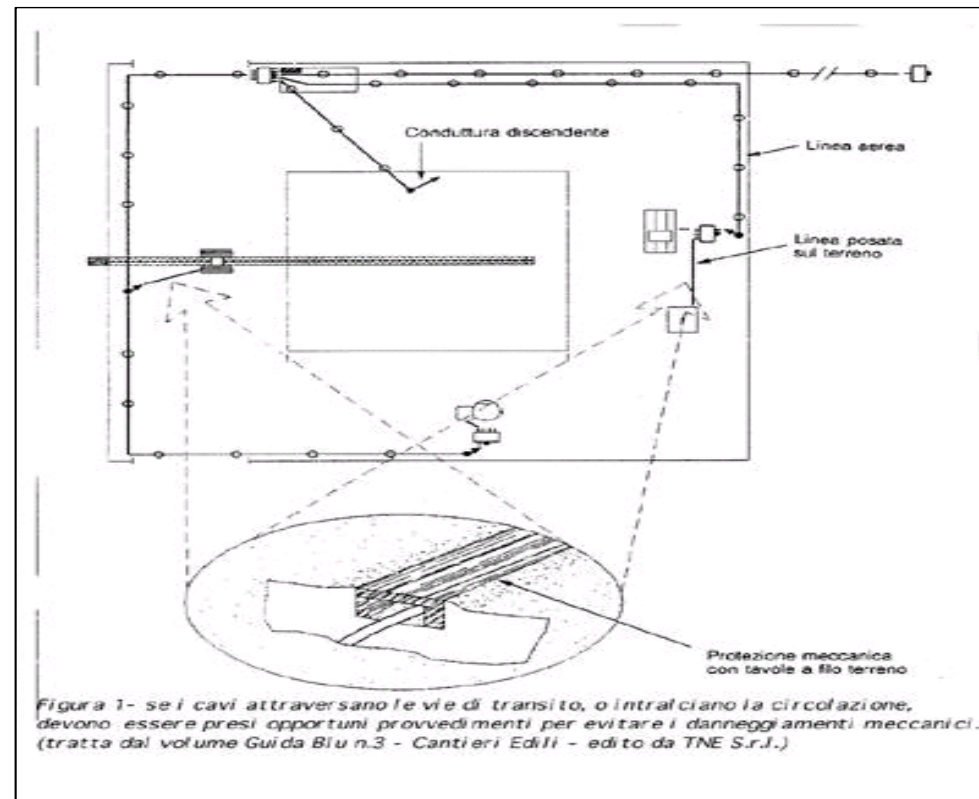
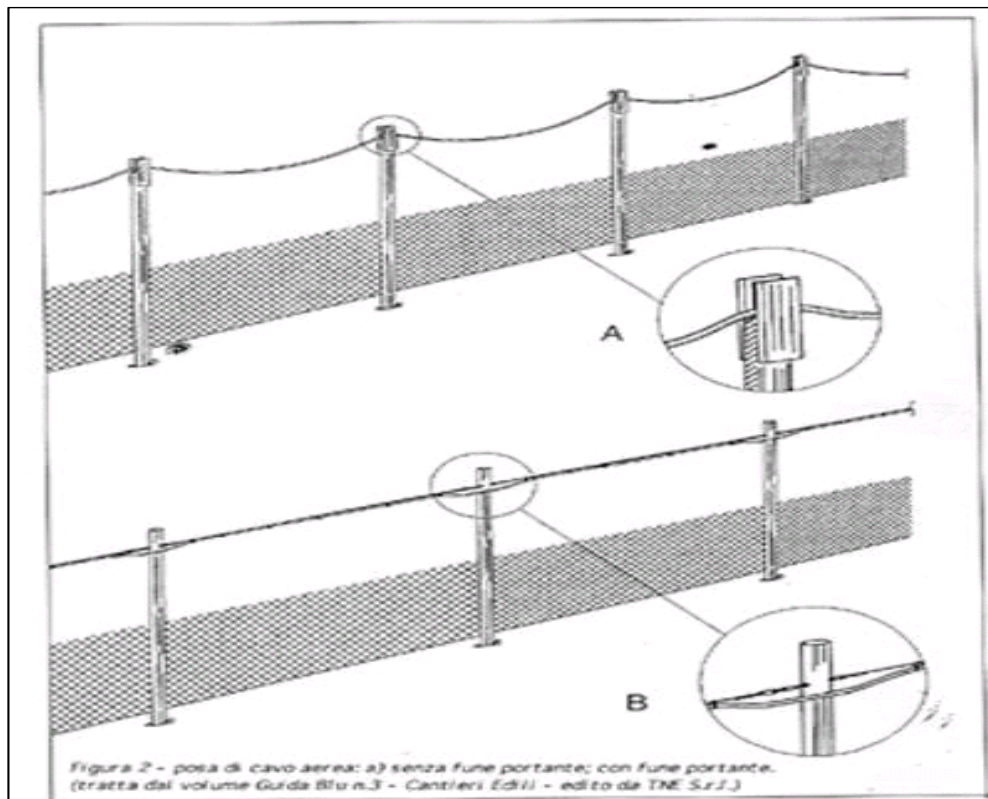
I raggi di curvatura non devono essere inferiori a quelli indicati dal costruttore, in linea di massima **non meno di 12 volte il diametro esterno**. In ogni caso, si deve evitare che le giunzioni con morsetti siano soggette a trazione.



Se il cavo aereo deve attraversare un luogo di pubblico passaggio, devono essere rispettate le Norme CEI 11-4, almeno per quanto riguarda la stabilità dei sostegni e l'altezza sul piano di campagna (non meno di 6 m).

Le linee aeree che interessano la zona di lavoro, devono comunque essere disposte in modo tale da evitare danni meccanici per urto o contatto con il macchinario di cantiere, o con il materiale movimentato. In particolare, in zone soggette a passaggio di veicoli o di materiale pesante, occorre proteggere i cavi dal pericolo d'urto, infilandoli in tubi metallici o di plastica pesante, fino almeno a 2,5 m di altezza.

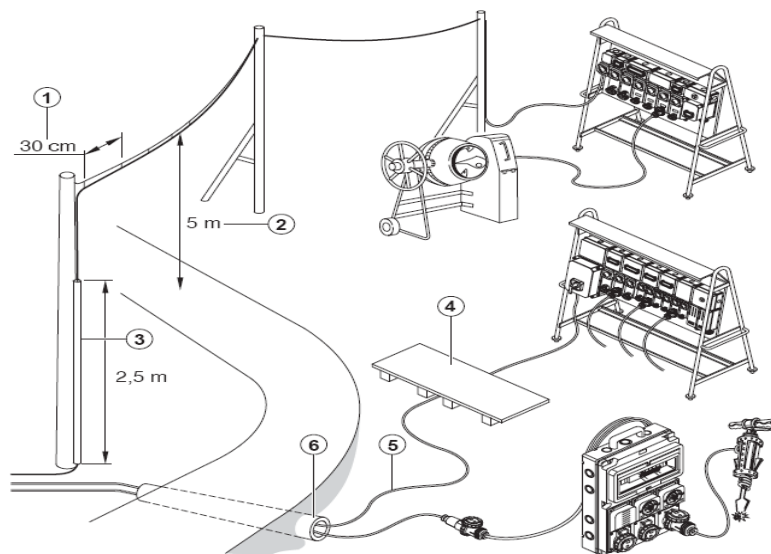
## Dimensionamento e posa delle condutture



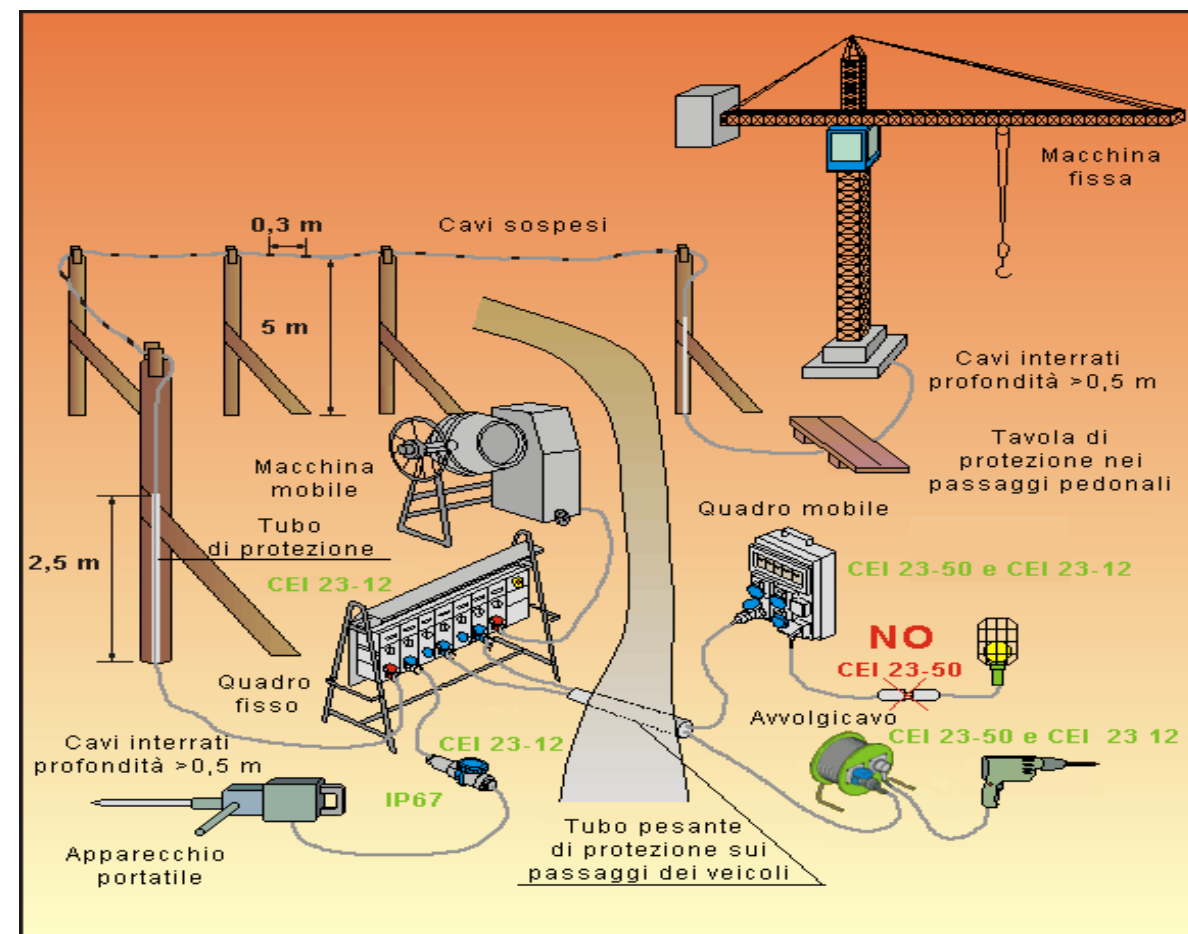
# SCELTA ED INSTALLAZIONE COMPONENTI DELL'IMPIANTO

## Prescrizioni per la posa delle condutture

Fig. 3

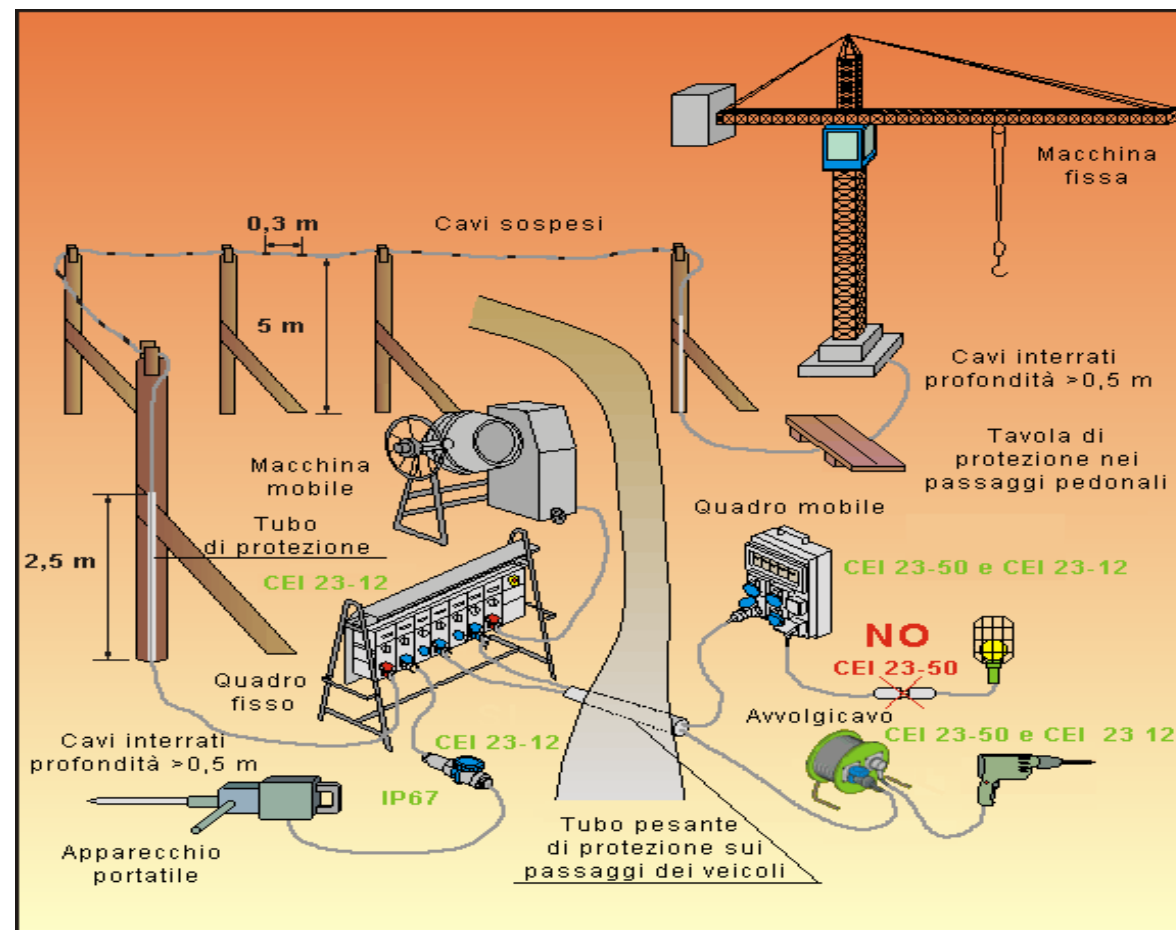


- 1) I cavi aerei devono essere sospesi a funi con aggancio ogni 20-30 cm a meno che non risultino soddisfatte le condizioni indicate in figura 2.
- 2) Sopra le zone di passaggio dei veicoli l'altezza non deve essere inferiore a 5 m (6 m in caso di strada aperta al pubblico; in quest'ultimo caso è necessario rispettare anche la Norma CEI 11-4).
- 3) Nelle zone con pericolo d'urto il cavo deve essere protetto da un tubo di ferro o di plastica di tipo pesante fino a 2,5 m dal suolo.
- 4) Gli attraversamenti di passaggi pedonali devono essere protetti con tavole o con tubi di tipo pesante.
- 5) Il cavo, di tipo H07RN-F o similare, può essere steso direttamente sul suolo solo dove non si prevedono passaggi di pedoni o veicoli.
- 6) Gli attraversamenti di passaggi di veicoli devono essere protetti con robusti tubi o con l'interro ad almeno 0,5 m di profondità.



F. Pilo



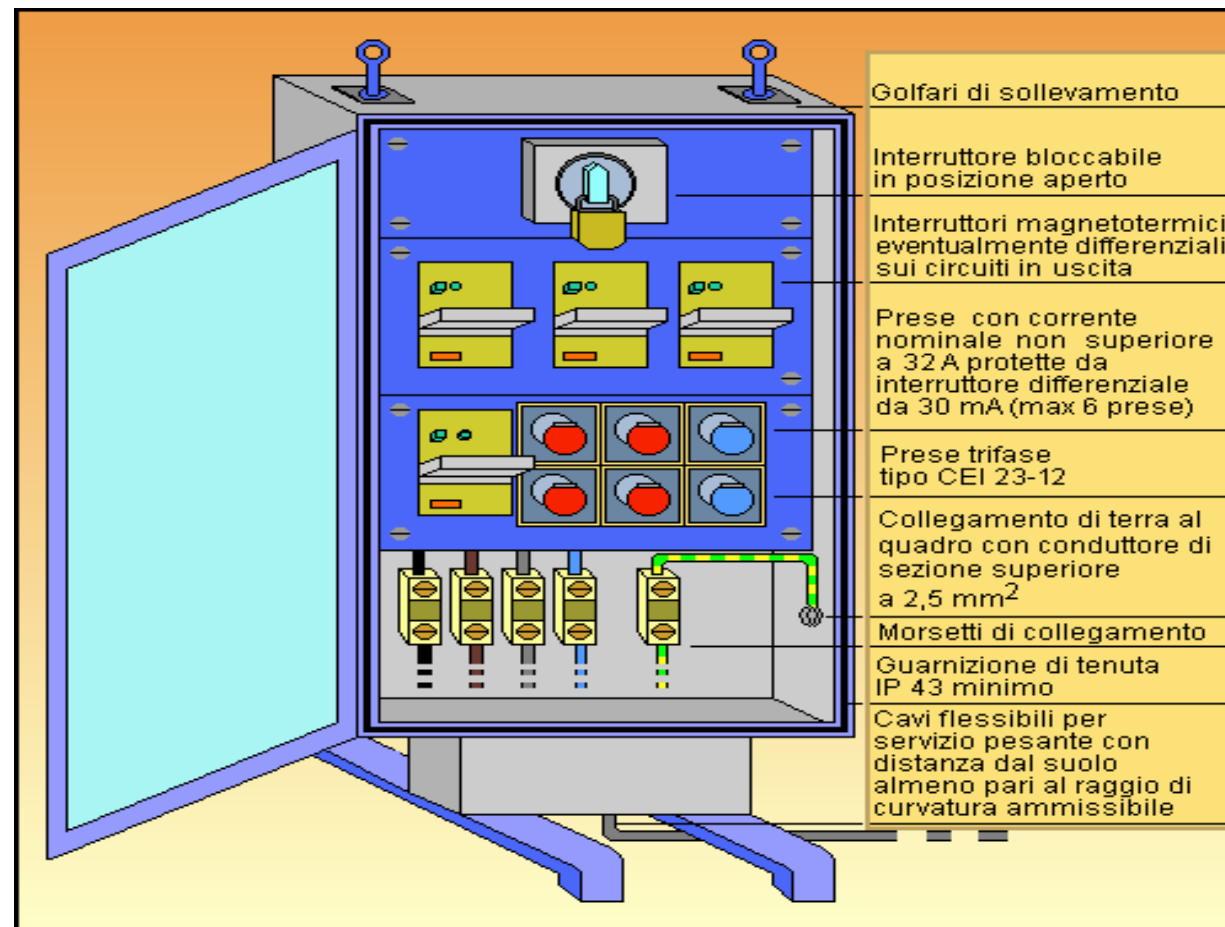


## Sommario:

1. Rischio Elettrico, Leggi e Norme, Responsabilità;
2. Protezione dai Contatti Diretti e Cenni ai Lavori Elettrici;
3. **Protezione dai Contatti Indiretti;**
  - a) Alimentazione;
  - b) Dimensionamento e Posa delle Condutture;
  - c) **Quadri di Cantiere;**
  - d) Prese a Spina, Avvolgicavo, Prolunghe;
  - e) Impianto di Terra;
4. Protezione contro i Fulmini.
5. Esempi di Non Conformità Impiantistiche

## Quadri ASC per cantiere

Tutti i quadri per la distribuzione dell'elettricità nei cantieri di costruzione e demolizione devono essere conformi alle prescrizioni della *Norma Europea EN 60439-4 - "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC) "*.



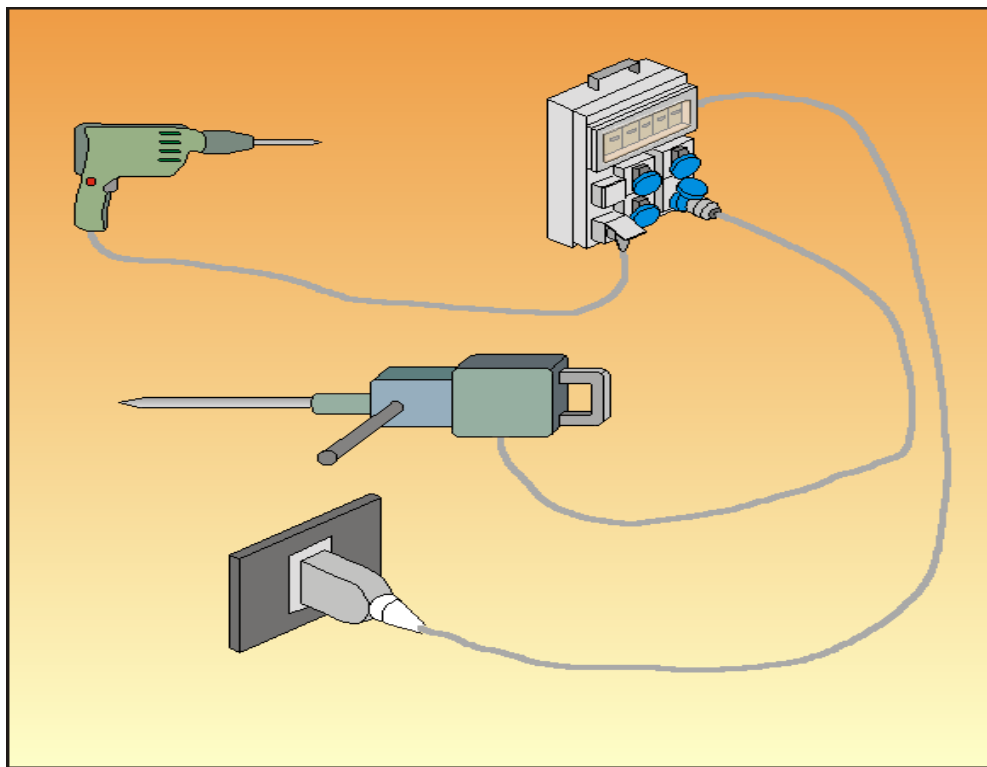


Il quadro di cantiere riveste un'importanza fondamentale per quanto concerne la sicurezza. Dal punto di vista della distribuzione, in relazione alla dimensione dell'impianto e al tipo di alimentazione impiegata si possono evidenziare le seguenti situazioni.

*Piccolissimi cantieri* - dove si effettuano semplici manutenzioni o modeste ristrutturazioni la potenza necessaria al funzionamento del cantiere è dell'ordine di qualche kW e l'alimentazione delle varie apparecchiature può essere ottenuta direttamente dalle prese esistenti utilizzabili anche per il comando e il sezionamento.

L'impiego di un piccolo quadro di prese a spina da cantiere con trasformatore di isolamento oppure protetto da interruttore magnetotermico differenziale con  $I_{dn} \leq 30\text{mA}$  è in ogni caso raccomandabile.

*Potrebbe infatti non essere verificato il coordinamento delle protezioni con il valore della resistenza dell'impianto di terra perché come è noto la tensione di contatto limite negli ambienti ordinari è di 50V mentre nei cantieri è ridotta a 25V.*

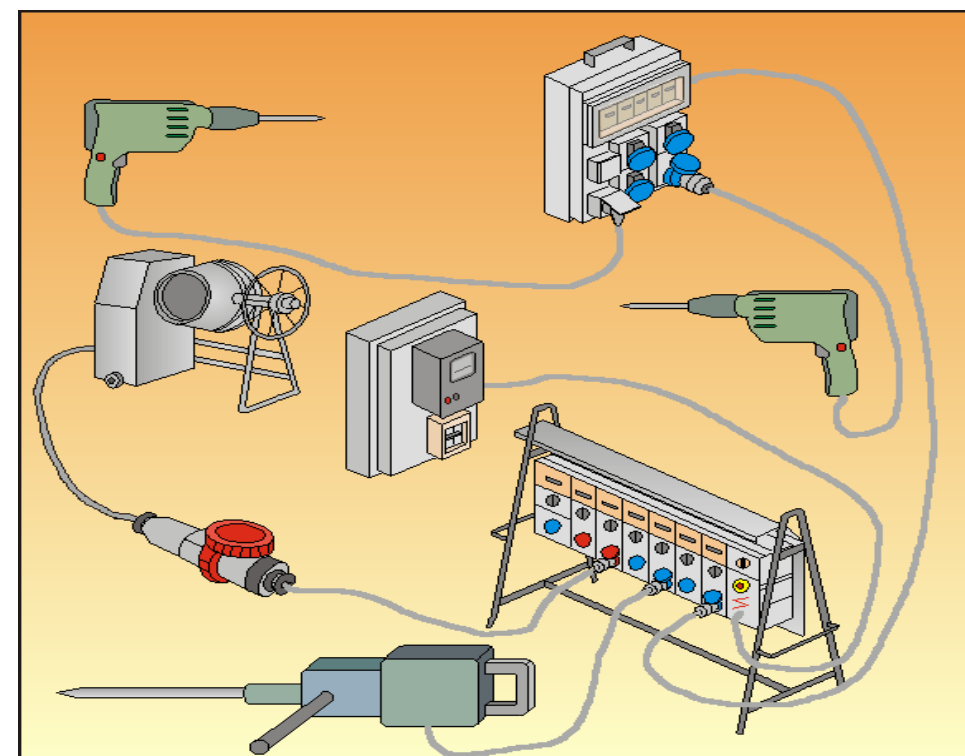


*Nei piccolissimi cantieri l'alimentazione del quadretto di prese a spina da cantiere può essere derivata direttamente dalla presa a spina dell'impianto esistente.*

*Per piccoli e medi cantieri* – La potenza installata solitamente non è superiore ai 30 kW. Si utilizzano macchine di tipo fisso o trasportabile, come piccole gru o betoniere e utensili portatili di vario genere.

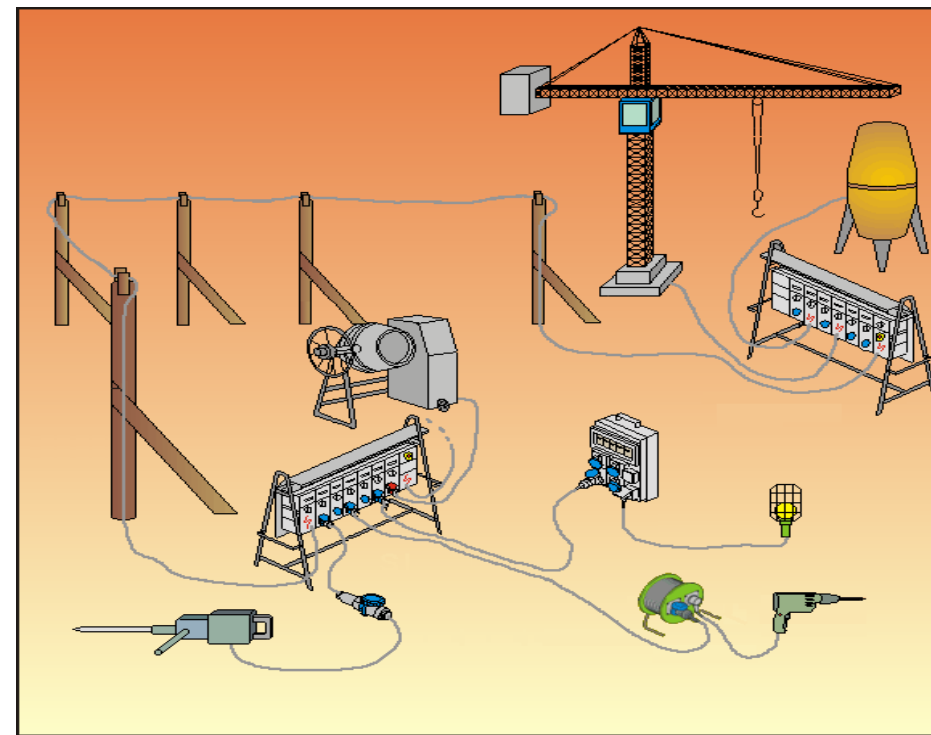
La distribuzione principale è ottenuta per mezzo di un **singolo quadro di distribuzione principale**, collegato al punto di fornitura dell'energia elettrica in bassa tensione, dotato di prese e morsettiere per il collegamento delle macchine fisse.

L'impianto può essere completato con **quadri di prese a spina secondari** allacciati al quadro di distribuzione principale per l'alimentazione di elettroutensili portatili.



**Grandi cantieri** - La potenza impegnata supera generalmente i 30 kW. Devono essere installati più quadri di distribuzione, alimentati da un quadro di distribuzione principale, per alimentare gli utilizzatori trifase di grande potenza tipici di questo tipo di cantieri (gru, betoniere, ecc..).

L'alimentazione può avvenire direttamente in bassa tensione ma, per i cantieri molto grandi, può essere necessaria un'alimentazione in MT.



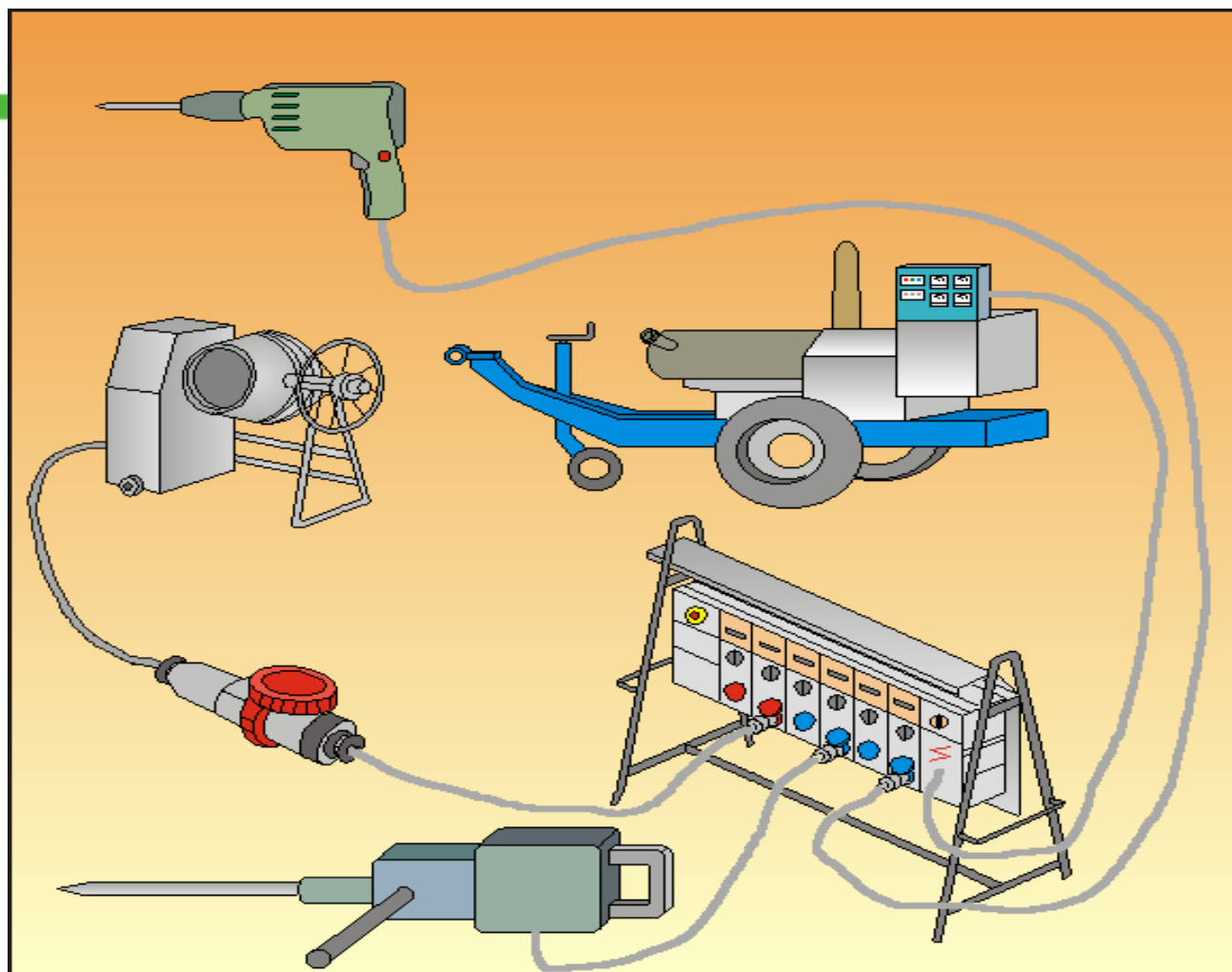
*Cantieri alimentati tramite gruppi elettrogeni* - l'alimentazione mediante gruppi elettrogeni può rendersi necessaria in caso di cantieri impiantati in zone non servite dal distributore pubblico.

In questo caso si rende indispensabile l'utilizzo di almeno un quadro di distribuzione principale allacciato mediante collegamento fisso al gruppo elettrogeno.

Se il gruppo elettrogeno alimenta un impianto esteso si ricorre in genere ad un sistema di tipo TN-S collegando a terra il centro stella del gruppo.

Fanno eccezione i piccoli gruppi elettrogeni che alimentano un solo apparecchio utilizzatore monofase (si può fare a meno del quadro di cantiere) per i quali può essere adottato il sistema di protezione per separazione elettrica.

In questo caso se l'utilizzatore è di classe I deve essere approntato un conduttore equipotenziale che colleghi la massa del gruppo elettrogeno e la massa dell'utilizzatore.



*Nei cantieri non serviti dalla distribuzione pubblica l'alimentazione avviene tramite gruppi elettrogeni e si rende necessario almeno un quadro di distribuzione principale.*



- ❑ Flessibilità d'impiego
- ❑ Agevole sostituibilità dei componenti
- ❑ Facilità di posa, trasporto, immagazzinaggio
- ❑ Capacità di sopportare sollecitazioni meccaniche ed ambientali gravose
- ❑ Grado di protezione (IP) dell'involucro minimo: IP44
- ❑ Altro grado di sicurezza contro lo shock elettrico

Tutte le macchine che possono causare pericolo quali ad esempio gru, betoniere e sistemi di pompaggio devono **essere dotati singolarmente di dispositivi per l'arresto di emergenza** installato dal relativo costruttore come prevede la **Direttiva Macchine**.

Non è richiesta l'installazione di dispositivi di arresto di emergenza sui quadri ASC in quanto le apparecchiature e le macchine che possono causare pericolo devono essere dotate di tale dispositivo.

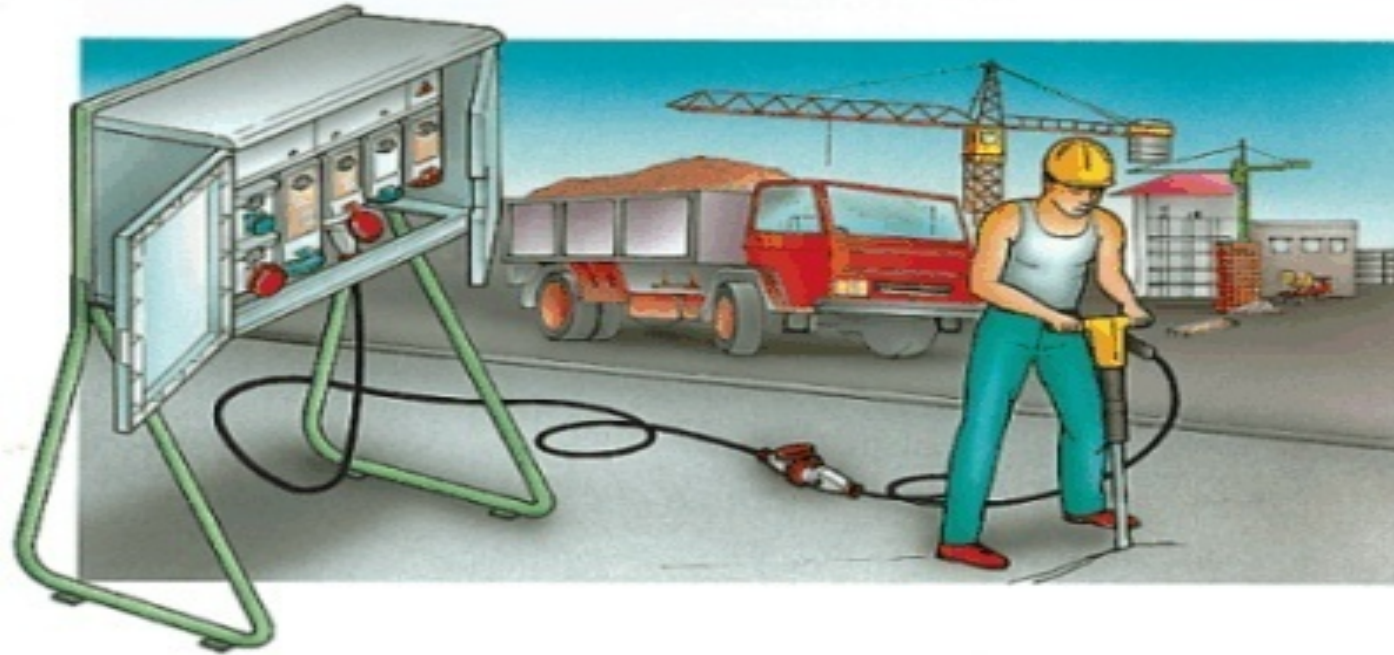
N.B. Dispositivi di arresto di emergenza aggiuntivi possono essere installati sui quadri ASC più vicini alle apparecchiature da proteggere prevedendo che l'azionamento non provochi ulteriori pericoli, ad esempio mancanza dell'illuminazione del cantiere.

È comunque obbligatorio avere un interruttore generale (**accessibile, rintracciabile, identificabile, azionabile**).



## ASC CHIUSA

Apparecchiatura chiusa su tutti i lati.



## ASC DEL TIPO A CASSETTA

Apparecchiatura chiusa prevista per:

- essere fissata su piano verticale, oppure
- stare su un piano orizzontale sostenuto da piedi o gambe oppure da un supporto non facente parte dell'ASC

### **ASC MOBILE**

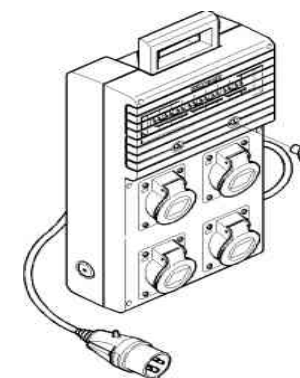
ASC in grado di essere spostata quando il lavoro nel cantiere avanza, e che non viene messa fuori tensione.



### **ASC TRASPORTABILE (O SEMI-FISSA)**

Apparecchiatura destinata all'uso in un luogo in cui non è permanentemente fissata; la sua collocazione può variare durante il lavoro nello stesso cantiere.

Quando l'apparecchiatura deve essere spostata in un altro posto, viene innanzitutto messa fuori tensione.



# TIPI DI QUADRI DA CANTIERE



QUADRO ASC  
DI ALIMENTAZIONE  
DI ENTRATA E DI MISURA



QUADRO ASC  
DI DISTRIBUZIONE FINALE

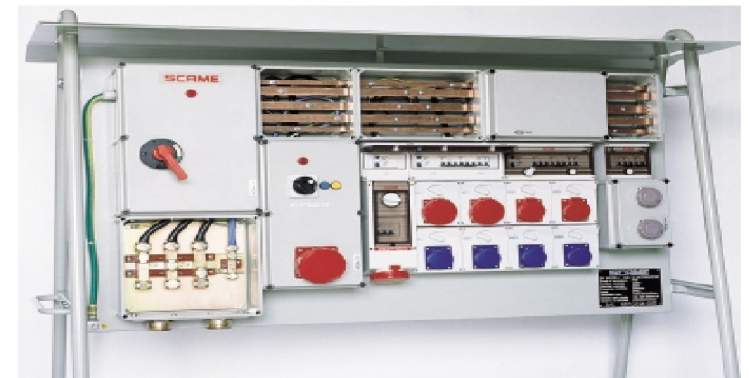
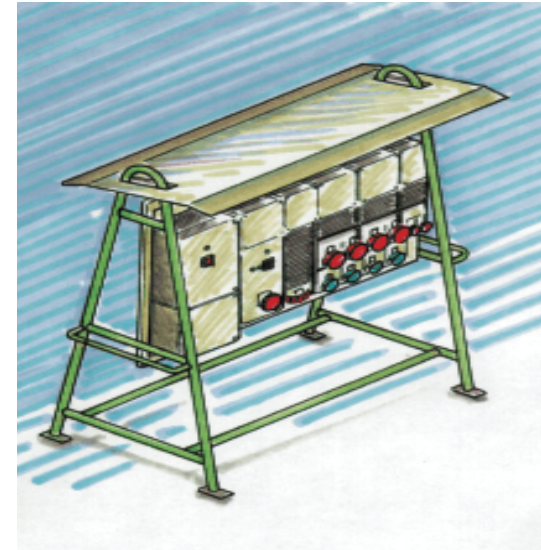


QUADRI ASC  
DI PRESE A SPINA



Collegato all'estremità terminale dei conduttori di alimentazione provenienti dall'ASC di alimentazione di entrata e di misura o dall'ASC di distribuzione principale ed alla quale sono collegati i conduttori di distribuzione che forniscono la corrente per illuminazione e la potenza ad altre ASC o macchine.

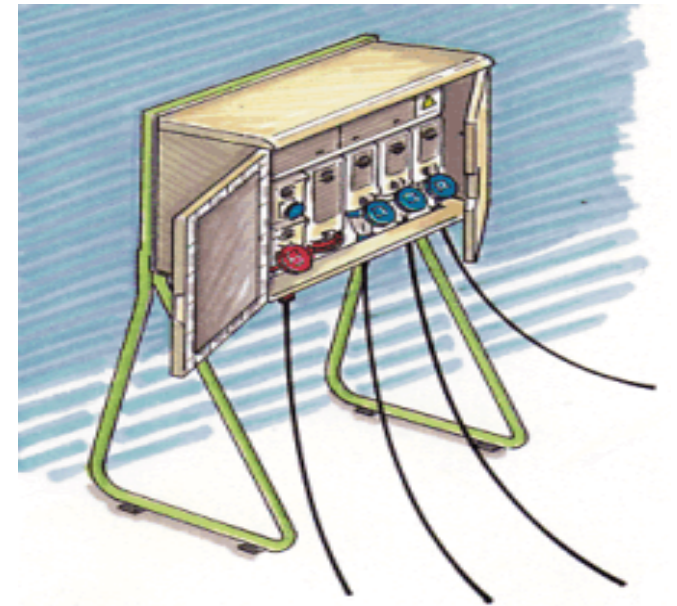
E' un'apparecchiatura composta da un'unità di entrata e da diverse unità di uscita. La corrente nominale deve essere inferiore a 125A e non deve superare 630A. I cavi di uscita possono essere collegati ai morsetti o alle prese a spina. Il dispositivo di sezionamento deve poter essere assicurato in posizione di aperto.





ASC collegata a valle di una ASC più grande ed alla quale possono essere collegati utensili elettrici portatili ed altre apparecchiature di cantiere. E' un'apparecchiatura con corrente nominale non superiore a 125 A, e composta da uno o più cavi di uscita.

Il dispositivo di sezionamento deve poter essere assicurato in posizione di aperto. Per questa unità non deve essere possibile ritardare deliberatamente il funzionamento dei dispositivi di protezione. In aggiunta, la protezione supplementare contro i contatti indiretti deve essere assicurata da un dispositivo a corrente residua con corrente differenziale di intervento **non superiore a 30 mA e che non protegga più di 6 prese a spina.**

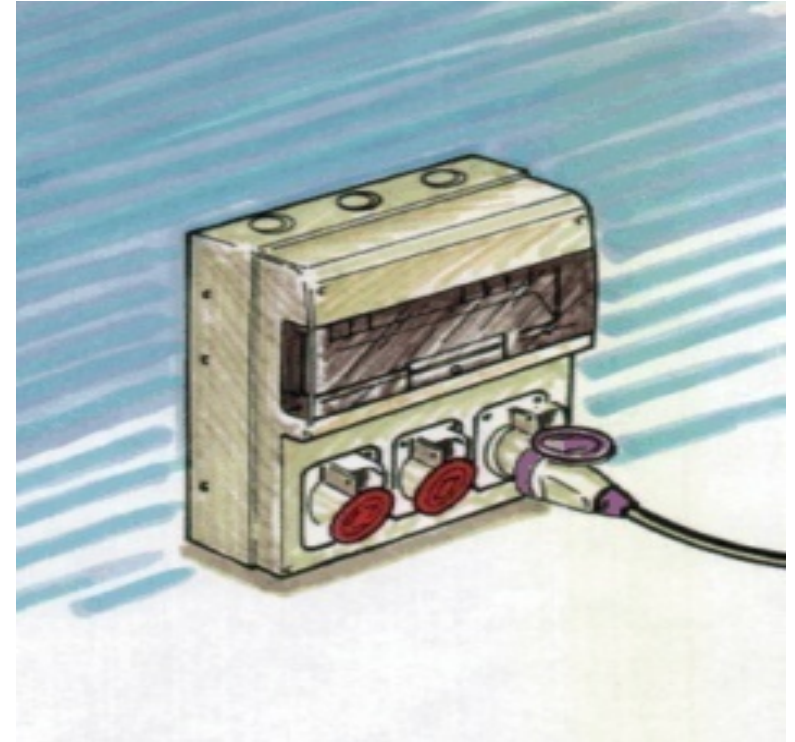


## ASC DI TRASFORMAZIONE

ASC composta principalmente da una o più unità di trasformazione. E' un'apparecchiatura composta da un unità di entrata e può comprendere un unità di trasformazione bassa tensione/bassissima tensione ( $< 50 \text{ V}$ ) e, possibilmente, una o più unità di trasformazione bassa tensione/bassa tensione.

L'unità BT/bassissima tensione può essere BT/FELV o BT/SELV.

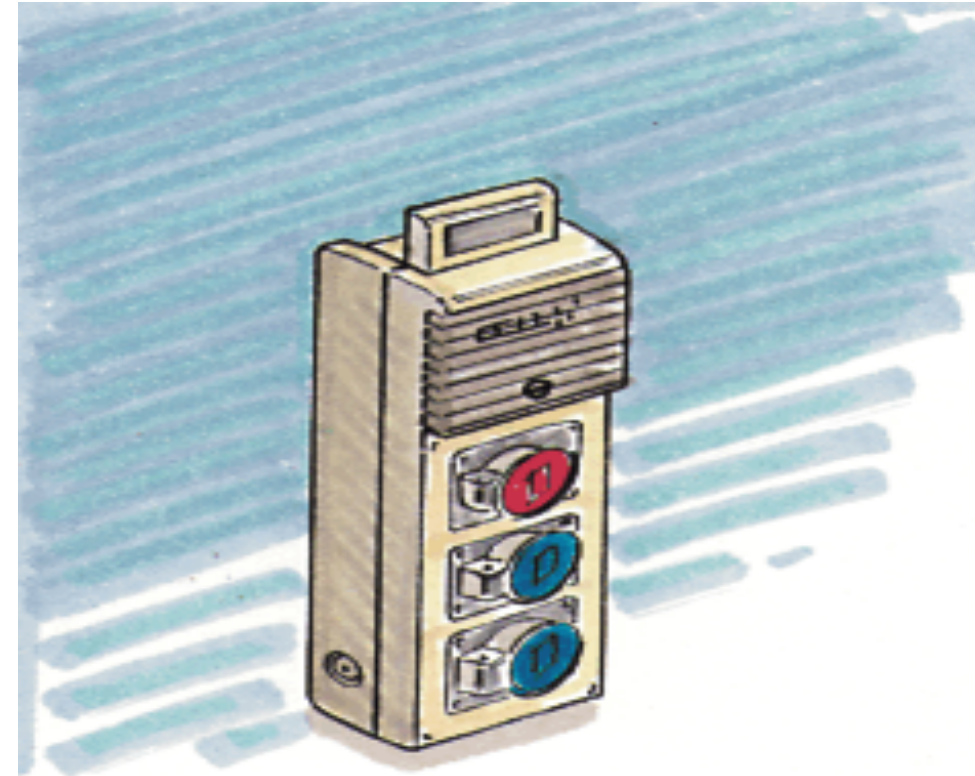
L'unità BT/BT deve essere composta da un trasformatore di isolamento conforme alla pubblicazione IEC 742.



ASC nella quale **tutte le prese di uscita sono prese a spina.**

Questa apparecchiatura può essere sia mobile che trasportabile e la corrente nominale non deve superare 63A. Il cavo di entrata deve essere collegato ad una spina o ad un dispositivo di connessione. I cavi di uscita devono essere collegati unicamente con prese a spina, ciascuna di esse deve avere la propria protezione contro il sovraccarico.

Tutte le prese a spina devono essere protette da un dispositivo a corrente residua, **sullo stesso dispositivo si possono raggruppare al massimo 6 prese a spina.** (La norma CEI 64-8 prevede differenziale con  $I_{dn}=30mA$ ).



Dal **1 agosto 2013** è in vigore la **nuova norma CEI EN 61439-4 (CEI 17-117)** che indica i **quadri di cantiere** come **ACS** (poche varianti e molte conferme).

La vecchia norma rimarrà in vigore, in parallelo, **sino al 20 dicembre 2015**

**IL RESPONSABILE** della rispondenza alla norma e' **IL COSTRUTTORE DEL QUADRO**

**IL COSTRUTTORE DEL QUADRO** e' chi "*firma e appone la targa sul quadro* "

CIASCUN QUADRO DEVE ESSERE MUNITO DI **TARGA DI IDENTIFICAZIONE**

*La targa* deve indicare

- il nome o marchio del costruttore
- il tipo o numero di identificazione
- corrente nominale e frequenza
- tensione nominale Ue
- **la sigla EN 60439-4**
- la massa (se supera i 50 kg)
- **la data di costruzione (ACS)**



## Sommario:

1. Rischio Elettrico, Leggi e Norme, Responsabilità;
2. Protezione dai Contatti Diretti e Cenni ai Lavori Elettrici;
3. **Protezione dai Contatti Indiretti;**
  - a) Alimentazione;
  - b) Dimensionamento e Posa delle Condutture;
  - c) Quadri di Cantiere;
  - d) **Prese a Spina, Avvolgicavo, Prolunghe;**
  - e) Impianto di Terra;
4. Protezione contro i Fulmini.
5. Esempi di Non Conformità Impiantistiche

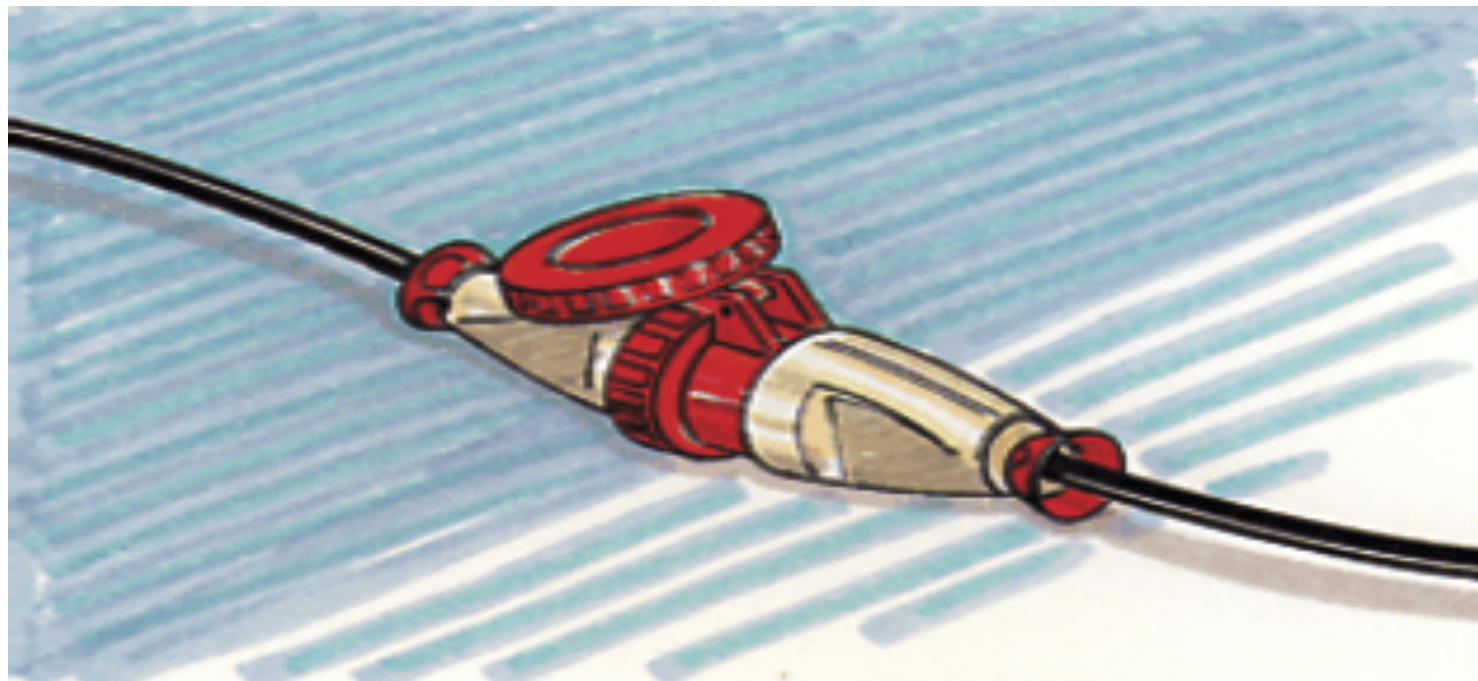
### Prese a spina, avvolgicavi e cavi prolungatori

Le particolari condizioni di lavoro impongono per le prese a spina impiegate nei cantieri alcuni requisiti specifici:

- un **grado di protezione minimo IP44** per un uso normale. Se le prese a spina sono utilizzate per collegamenti volanti o in zone del cantiere **dove si fa uso di getti d'acqua il grado di protezione minimo non deve essere inferiore a IP67**;
- un sufficiente grado di protezione agli urti;
- devono essere di tipo industriale conformi alle norme EN 60309 (CEI 23-12);
- devono essere all'interno di quadri di distribuzione o sulle pareti esterne;
- devono essere protette a monte, **fino ad un massimo di 6 prese**, con un interruttore differenziale avente una  $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$  le prese a spina con correnti nominali fino a 32 A;
- devono essere **protette contro le sovracorrenti**, singolarmente o in gruppo, tramite interruttore fusibile o magnetotermico avente corrente nominale non superiore alla corrente nominale della presa;

### Prese a spina, avvolgicavi e cavi prolungatori

In caso di prolunghe o dove si fa uso di getti d'acqua il grado di protezione minimo non deve essere inferiore a **IP67**  
Norme EN 60309 (**CEI 23-12**);



### Prese a spina, avvolgicavi e cavi prolungatori

---

#### GUIDA CEI 64-17 - 8.1:

“Per le attività di breve durata, di finitura o per piccoli cantieri di ristrutturazione, è frequente l’impiego di attrezzature portatili equipaggiate con spine di tipo domestico e similare. È quindi ammesso l’uso di prese per uso domestico e similare (CEI 23-5, CEI 23-16, CEI 23-50) quando l’ambiente di lavoro e l’attività in essere non presentano particolari rischi nei confronti di presenza di acqua, di polveri ed urti.

È ammesso l’uso di adattatori di sistema (secondo la Norma CEI EN 50250, parte spina industriale e parte presa per uso domestico e similare) per uso temporaneo.”

## Prese a spina, avvolgicavi e cavi prolungatori

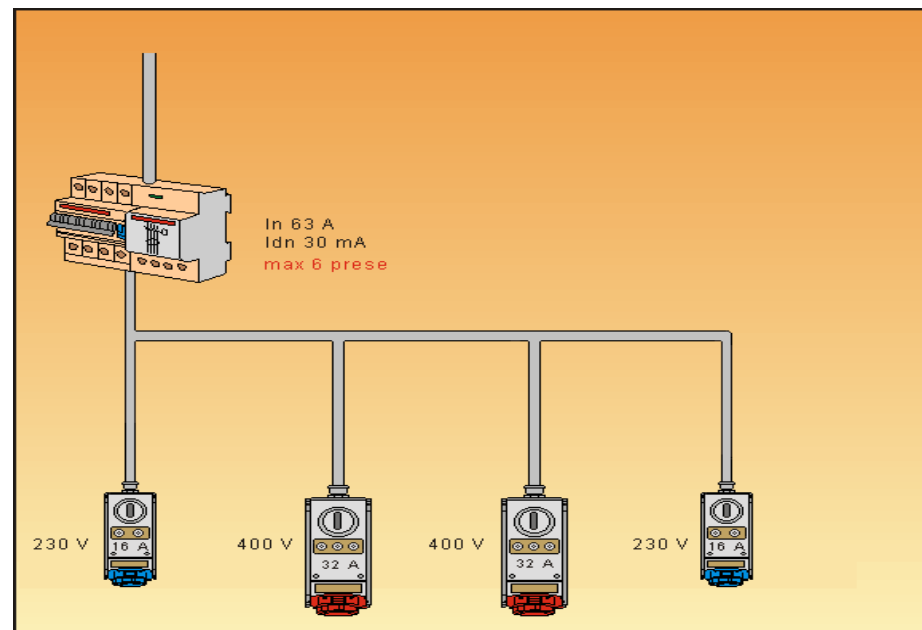
Le prese 23-50 in passato perdevano il grado di protezione con spina inserita

**IER I**

Contenitore per prese civili a membrana molle **con spina inserita perde il grado di protezione IP55.**

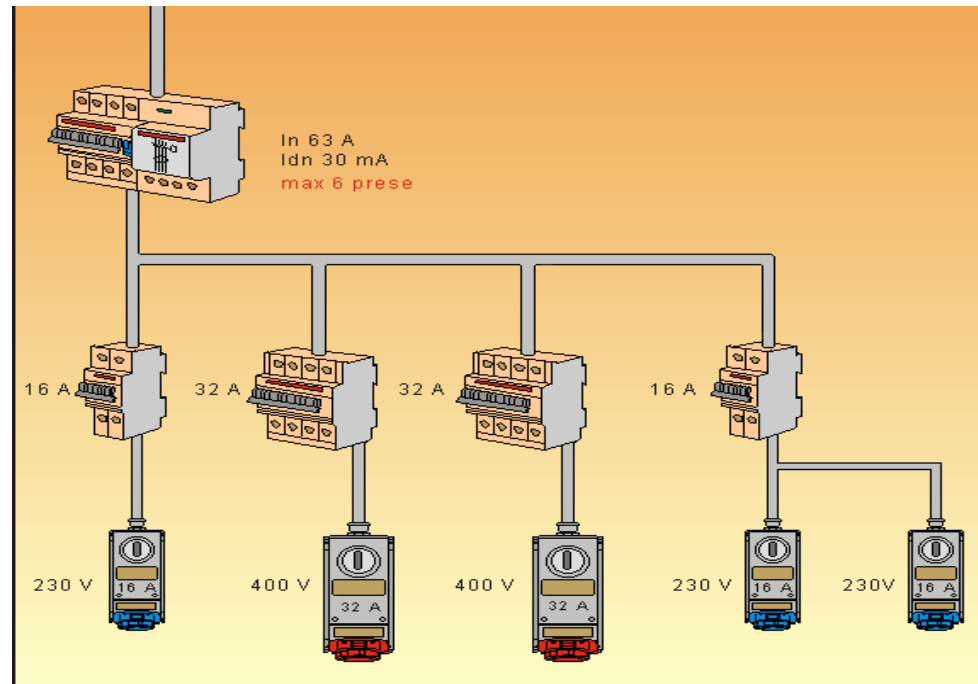


## Prese a spina, avvolgicavi e cavi prolungatori



*Le prese possono essere protette contro le sovracorrenti singolarmente tramite fusibile avente corrente nominale non superiore alla corrente nominale della presa protetta, contro i contatti indiretti, fino ad un massimo di 6 prese, mediante interruttore differenziale con  $I_{dn} \leq 30 mA$*

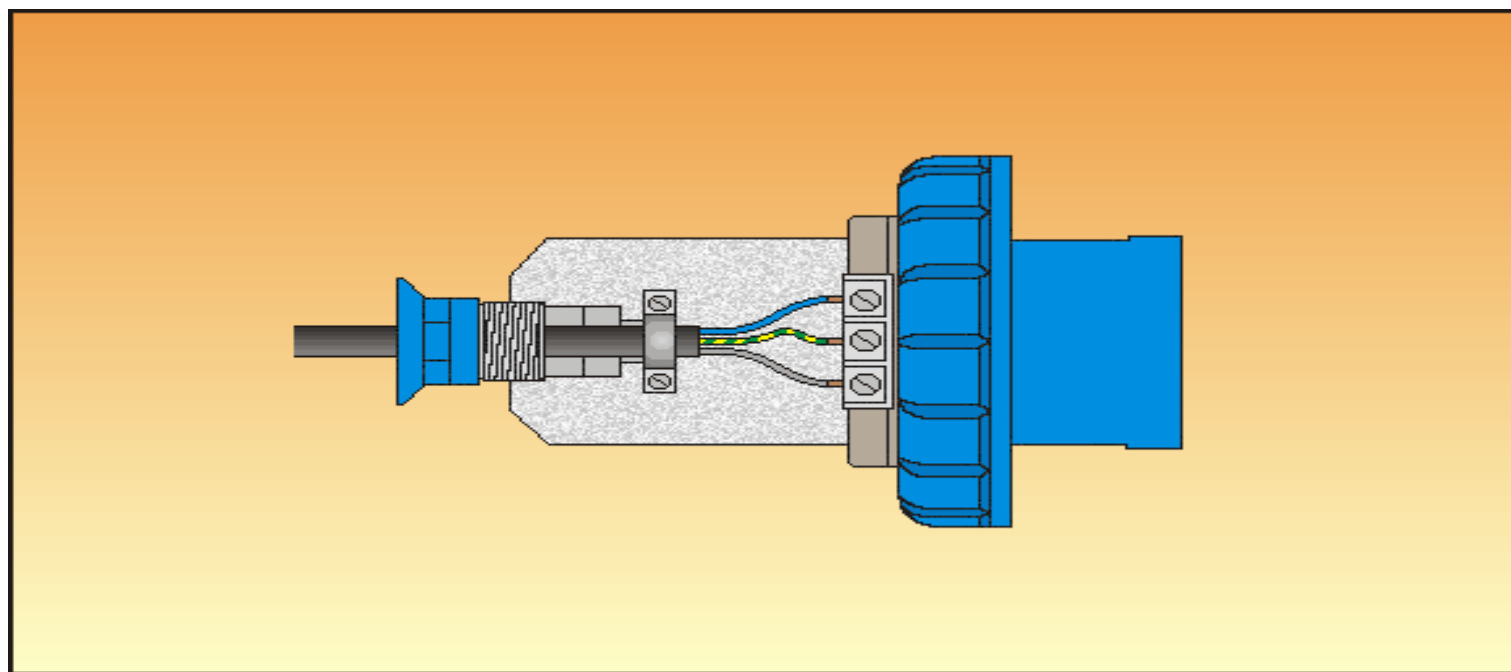
## Prese a spina, avvolgicavi e cavi prolungatori



*Le prese possono essere protette contro le sovracorrenti, singolarmente o in gruppo tramite interruttore avente corrente nominale non superiore alla corrente nominale delle prese protette, contro i contatti indiretti, fino ad un massimo di 6 prese, mediante interruttore differenziale con  $I_{\Delta n} \leq 30\text{ mA}$*

### Prese a spina, avvolgicavi e cavi prolungatori

Nel montaggio delle prese a spina devono essere posta particolare cura soprattutto nel collegamento del **conduttore giallo-verde di terra al quale occorre fornire una certa abbondanza rispetto a quelli di fase e di neutro**. Si adotta questo accorgimento perché si vuole evitare che in caso di sforzi in trazione troppo elevati sul cavo il conduttore giallo-verde si possa interrompere prima di quello di fase.





### Prese a spina, avvolgicavi e cavi prolungatori

---

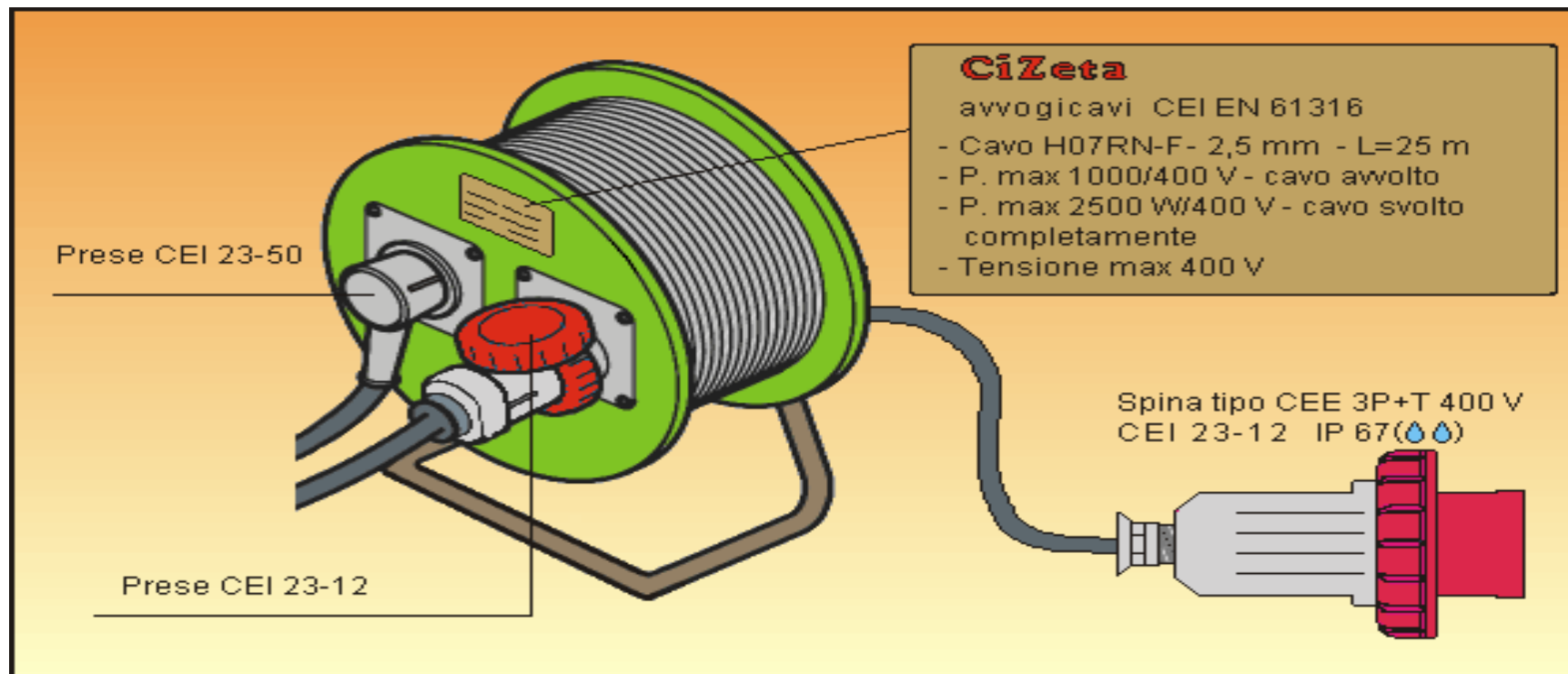
Gli avvolgicavo devono essere di tipo industriale conformi alla norma CEI EN 61316 con le seguenti caratteristiche minime:

- devono essere **protetti mediante protettore termico di corrente incorporato** in modo da impedire il surriscaldamento sia a cavo avvolto sia a cavo svolto;
- il cavo deve essere di tipo H07RN-F (o equivalente) con sezione non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup> se l'avvolgicavo è da 16 A, 6 mm<sup>2</sup> se è da 32 A e 16 mm<sup>2</sup> se è da 63 A.
- devono indicare il nome o il marchio del costruttore, la tensione nominale, e la massima potenza prelevabile sia a cavo svolto sia avvolto.

Oltre agli avvolgicavo possono esse utilizzati anche **prolunghe che dovranno esse dotati di prese a spina di tipo per uso industriale** (CEI 23-12) con **grado di protezione minimo IP67**. Il cavo dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- essere di tipo H07RN-F (o equivalente) con sezione non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup> per prolunghe con prese da 16 A, 6 mm<sup>2</sup> per prolunghe con prese da 32 A e 16 mm<sup>2</sup> per prolunghe con prese da 63 A.

## Prese a spina, avvolgicavi e cavi prolungatori

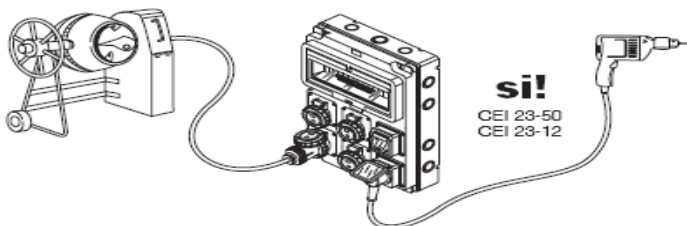


*Gli avvolgicavo devono essere conformi alla Norma CEI EN 61316*

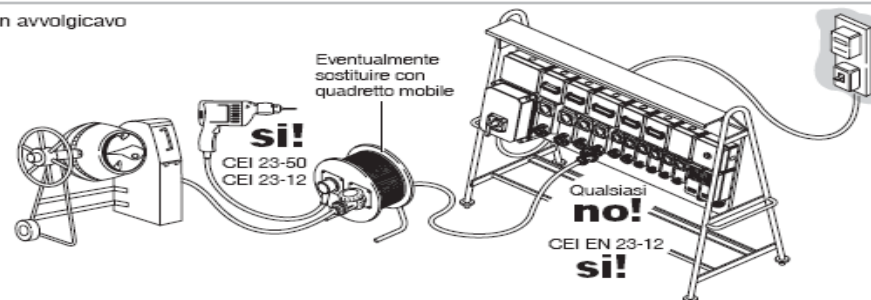
## I tre tipi di allacciamento consentiti

Fig. 8

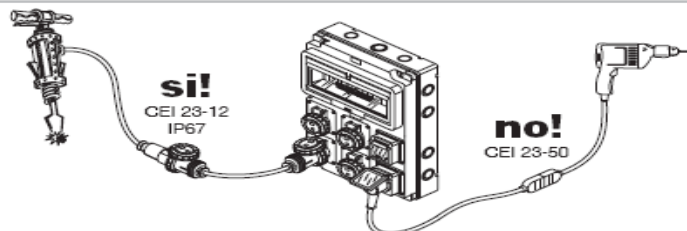
a) Allacciamento diretto  
al quadro di prese a spina



b) Prolunghe con avvolgicavo



c) Prolunghe con presa  
e spina mobile



Per il collegamento degli utilizzatori mobili si possono utilizzare solo prese e spine rispondenti alle vigenti norme (CEI 23-12 per i tipi industriali e CEI 23-50 per i tipi di uso domestico). Sono vietate le giunzioni volanti con prese di tipo domestico.

## SCELTA ED INSTALLAZIONE COMPONENTI DELL'IMPIANTO

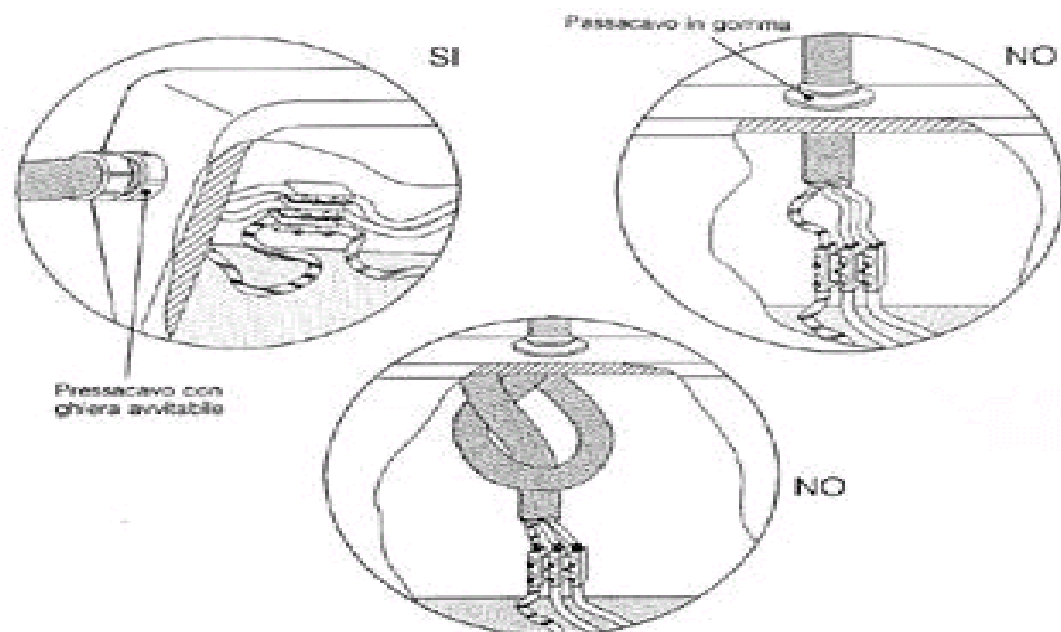


Figura 4 - l'entrata di un cavo nell'apparecchio deve essere realizzata mediante idoneo pressacavo, in modo da non compromettere il grado di protezione ed evitare che, tirando il cavo, le connessioni siano sollecitate a trazione.

(tratta dal volume Guida Blu n.3 - Cantieri Edili - edito da TNE S.r.l.)

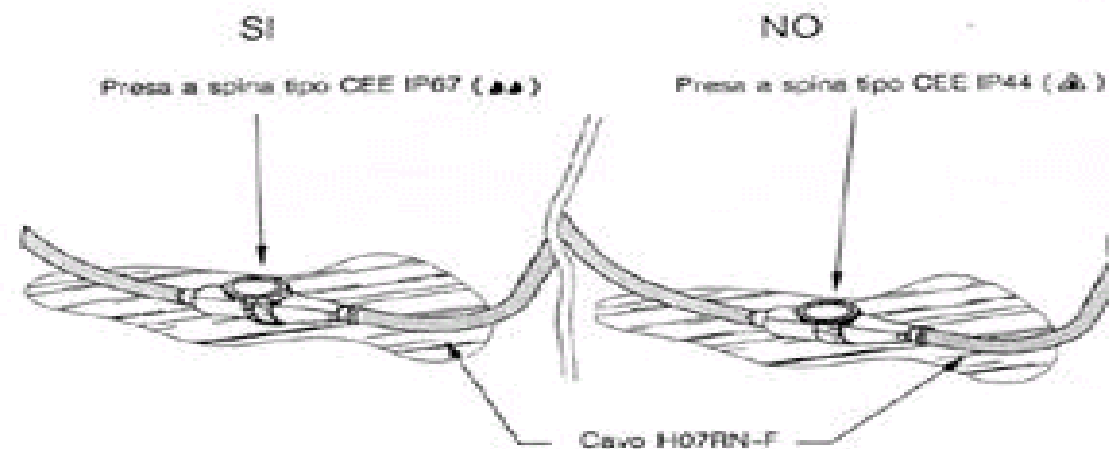
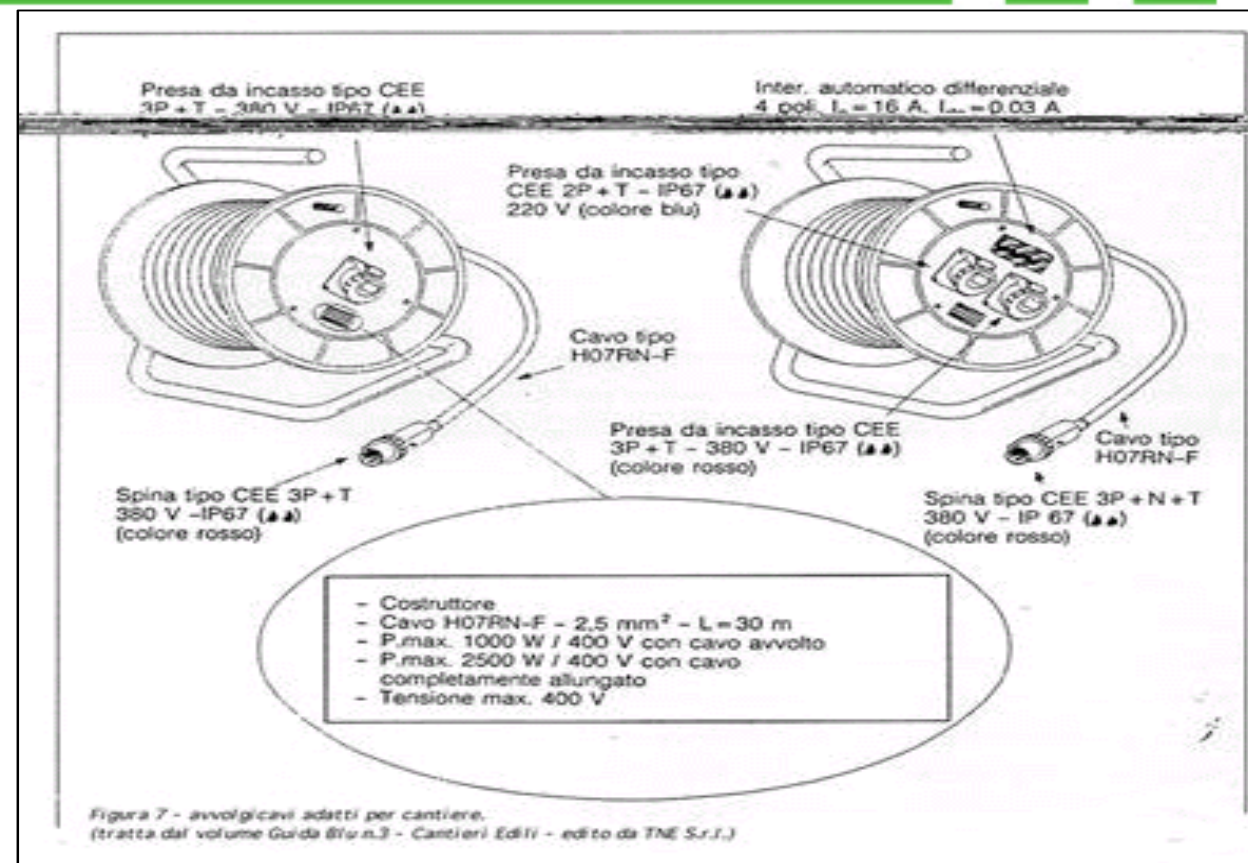
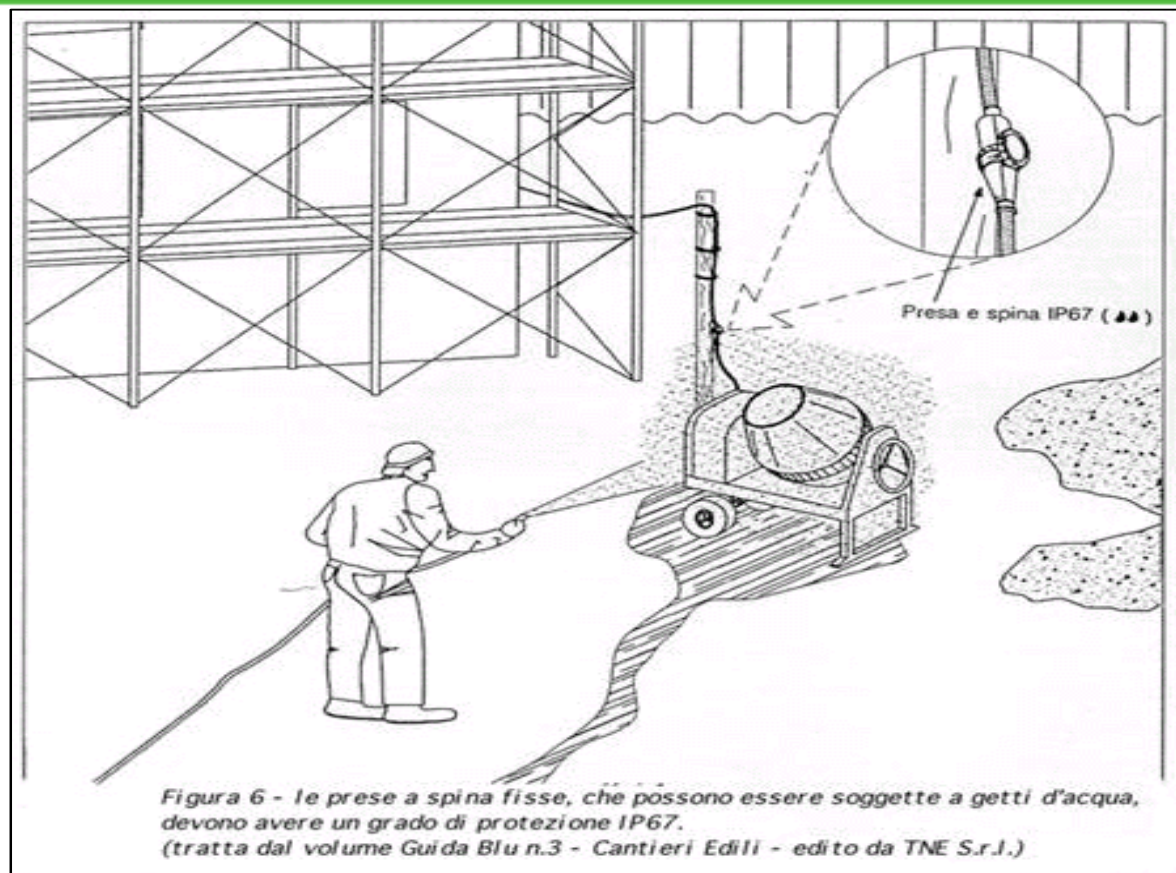


Figura 5 - per le prese a spina mobili è indicato il grado di protezione minimo IP67, (tratta dal volume Guida Blu n.3 - Cantieri Edili - edito da TNE S.r.l.)



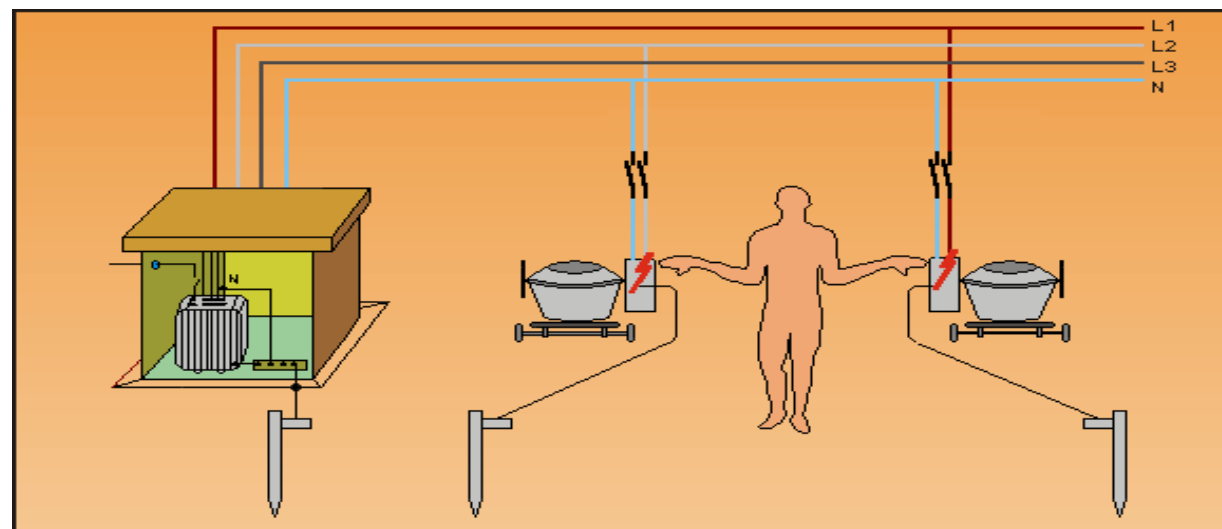
## Sommario:

1. Rischio Elettrico, Leggi e Norme, Responsabilità;
2. Protezione dai Contatti Diretti e Cenni ai Lavori Elettrici;
3. **Protezione dai Contatti Indiretti;**
  - a) Alimentazione;
  - b) Dimensionamento e Posa delle Conduitture;
  - c) Quadri di Cantiere;
  - d) Prese a Spina, Avvolgicavo, Prolunghe;
  - e) **Impianto di Terra;**
4. Protezione contro i Fulmini.
5. Esempi di Non Conformità Impiantistiche

## Impianto di terra

L'impianto di terra deve possibilmente essere unico per evitare, in presenza di impianti di terra separati, che in caso di un doppio guasto a terra ininterrotto si possano stabilire differenze di potenziale (fino a 400 V) pericolose fra due masse.

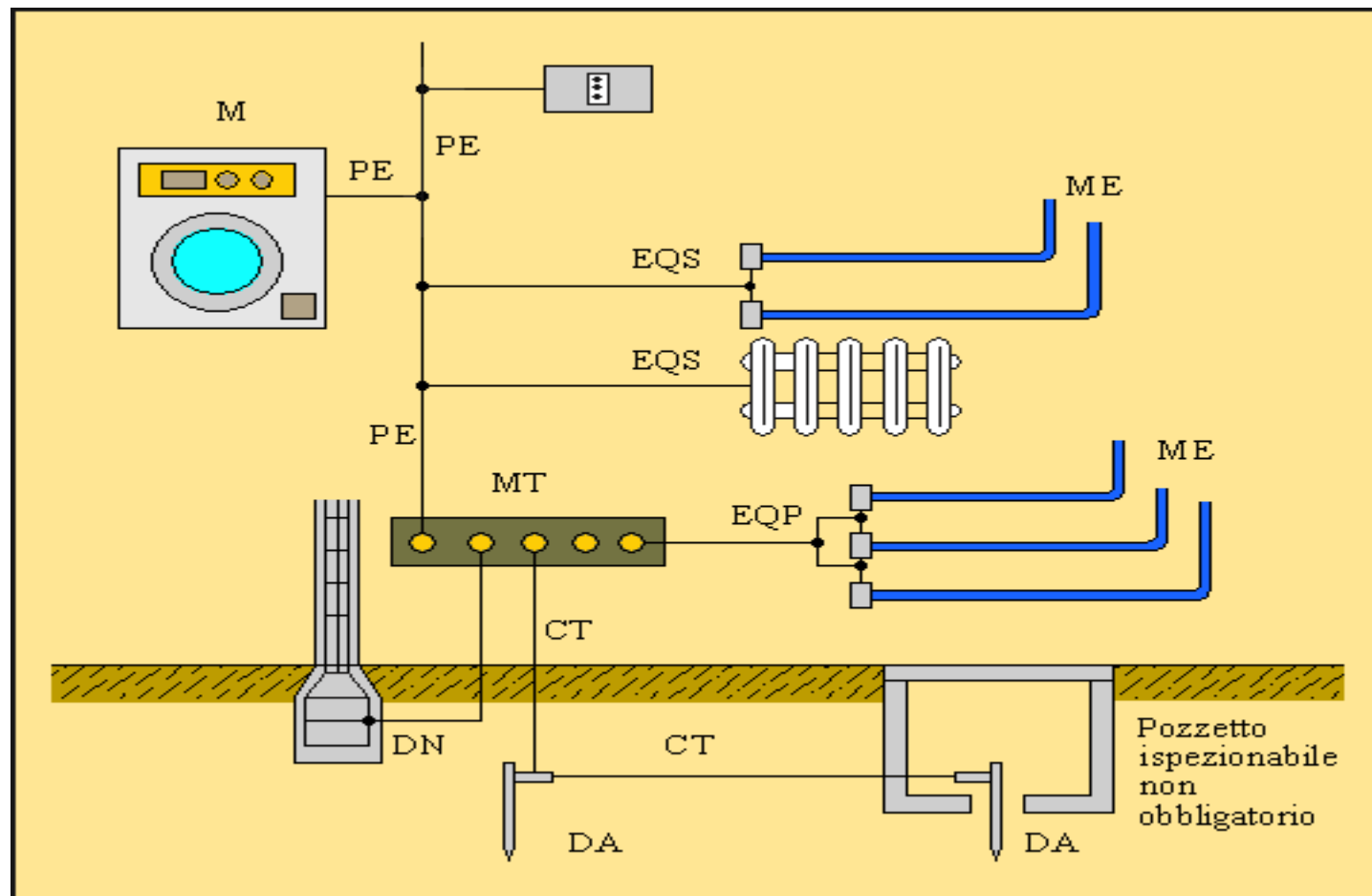
La Norma consente di tenere separati i dispersori allorquando sia impossibile toccare simultaneamente le due masse ma l'abituale impiego nei cantieri di prolunghe per l'alimentazione di utensili portatili impedisce di fatto una tale soluzione.



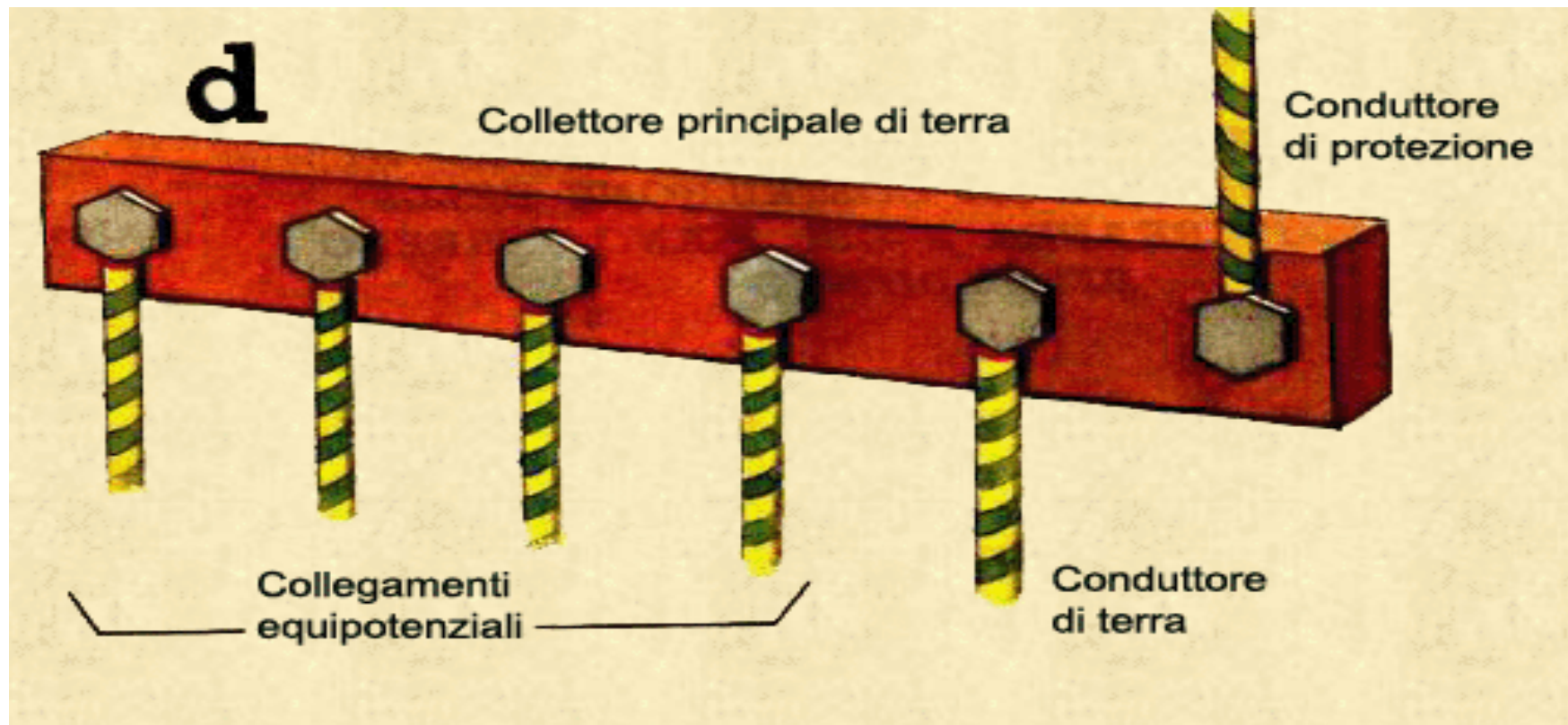
Fra le due masse con impianti di terra separati potrebbero infatti stabilirsi differenze di potenziale comunque superiori a 25 V anche in condizioni di corretto coordinamento e tempestivo intervento dei dispositivi di protezione.

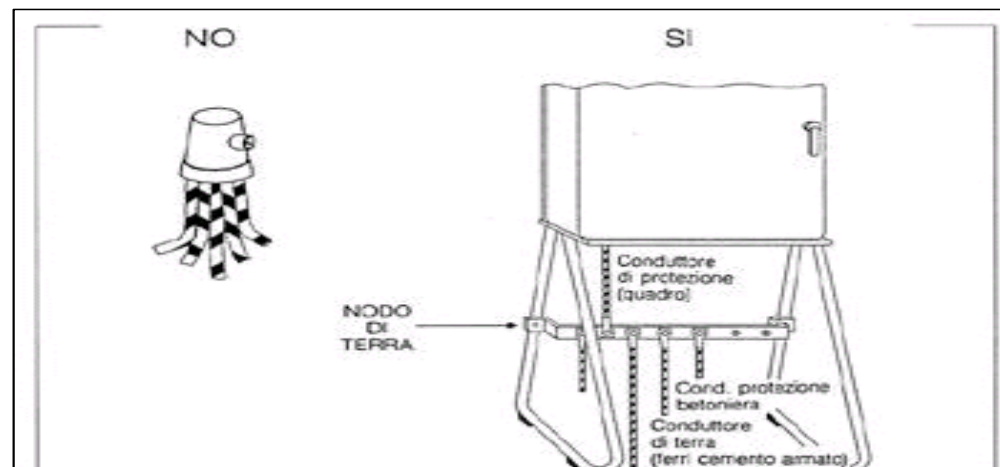
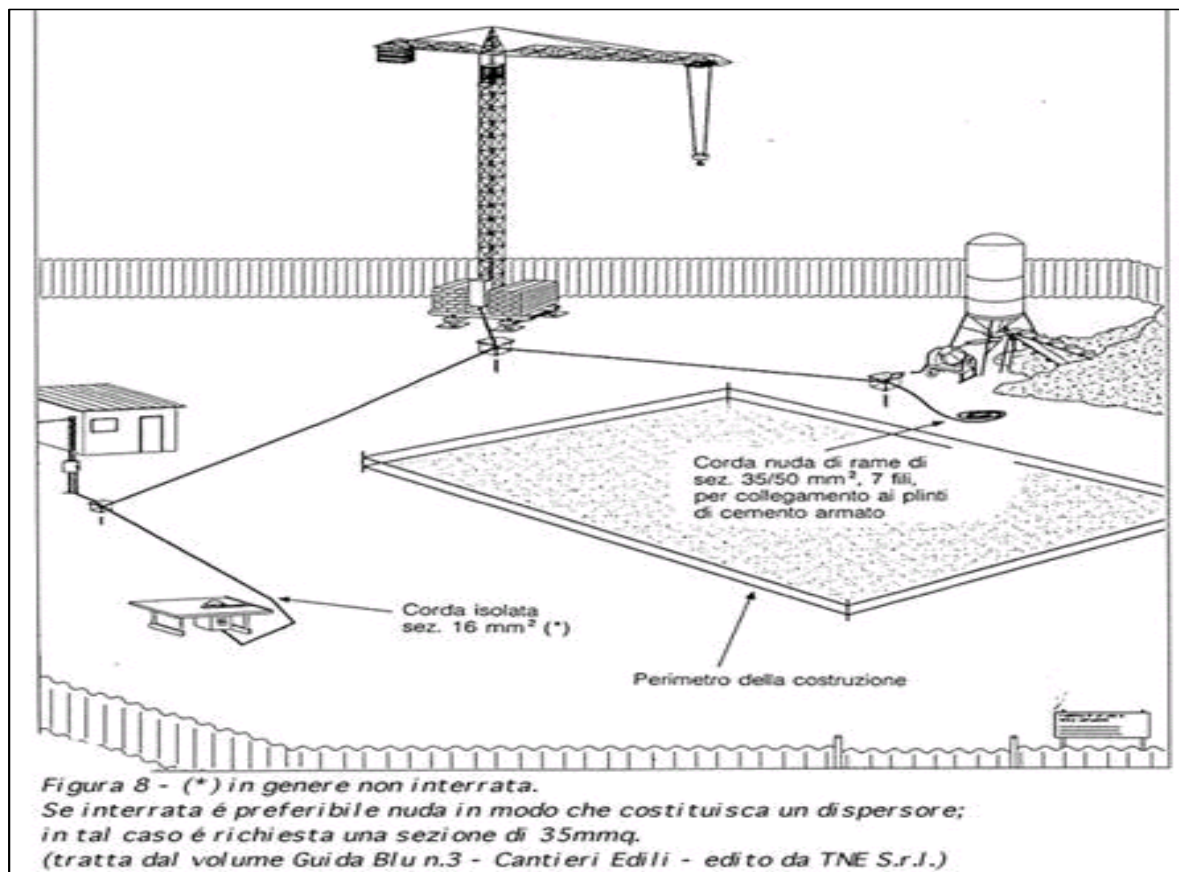


## Definizioni





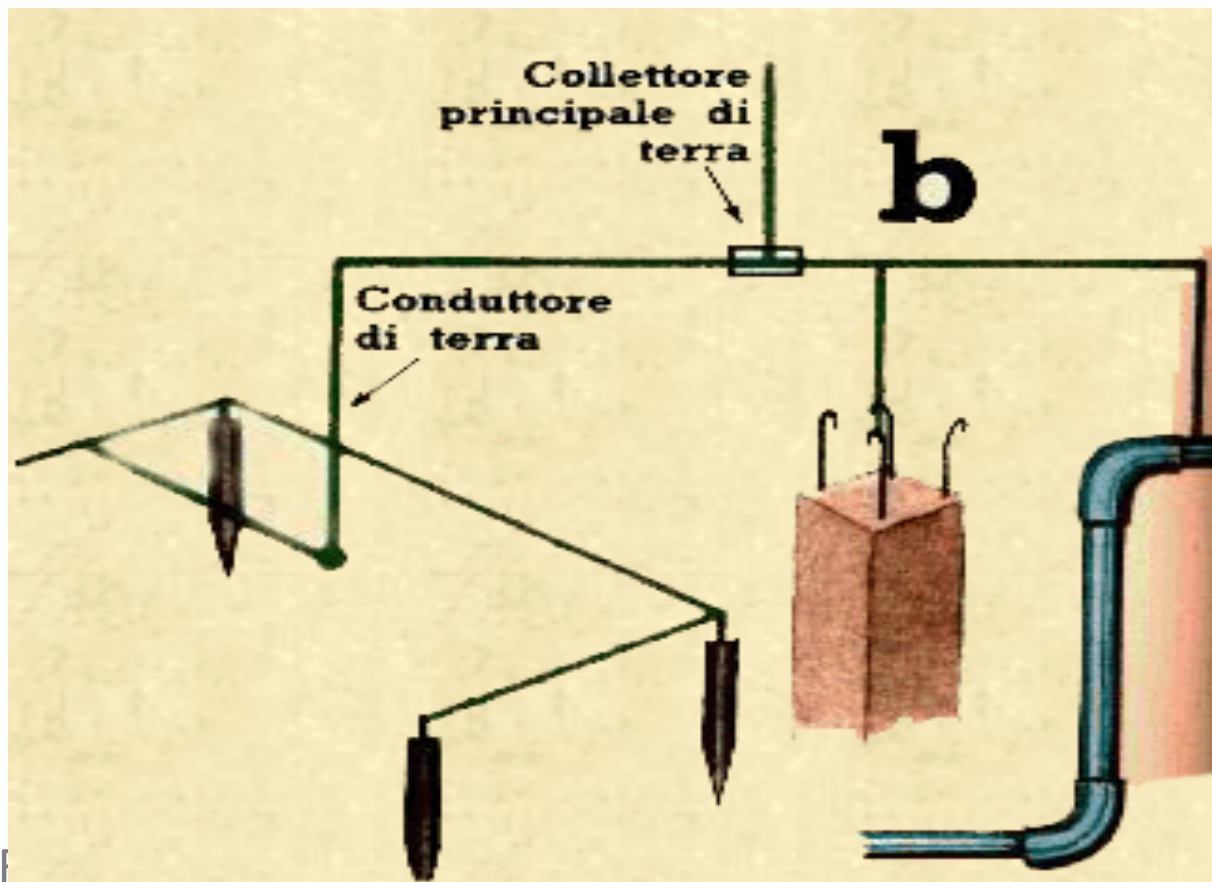




Il nodo di terra è costituito da una barra in rame cui fanno capo il conduttore di terra, i conduttori equipotenziali e i conduttori di protezione.

## DEFINIZIONI: CONDUTTORE DI TERRA (CT)

Conduttore di protezione che collega il collettore principale di terra (o nodo) al dispersore o i dispersori tra di loro



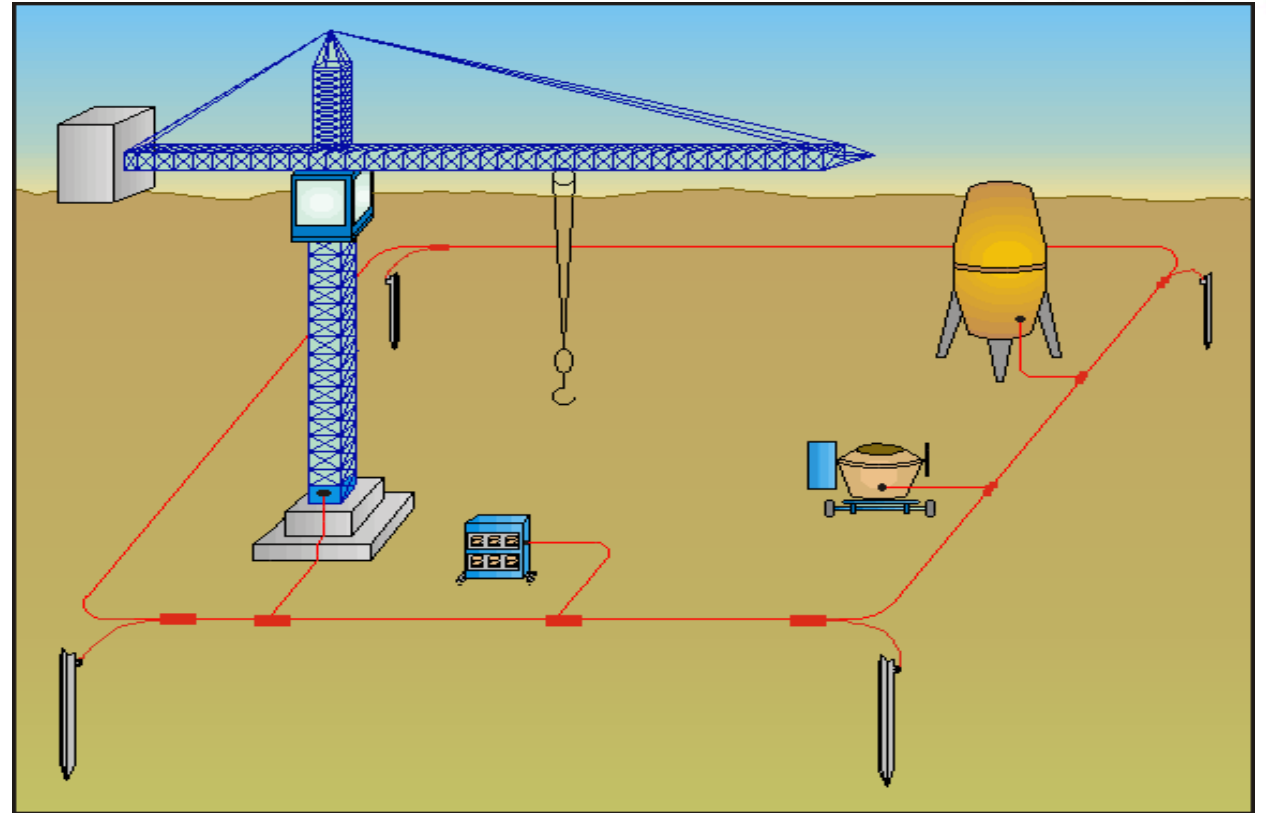
## RESISTENZA DI TERRA

Resistenza tra il collettore (o nodo) principale di terra e la terra

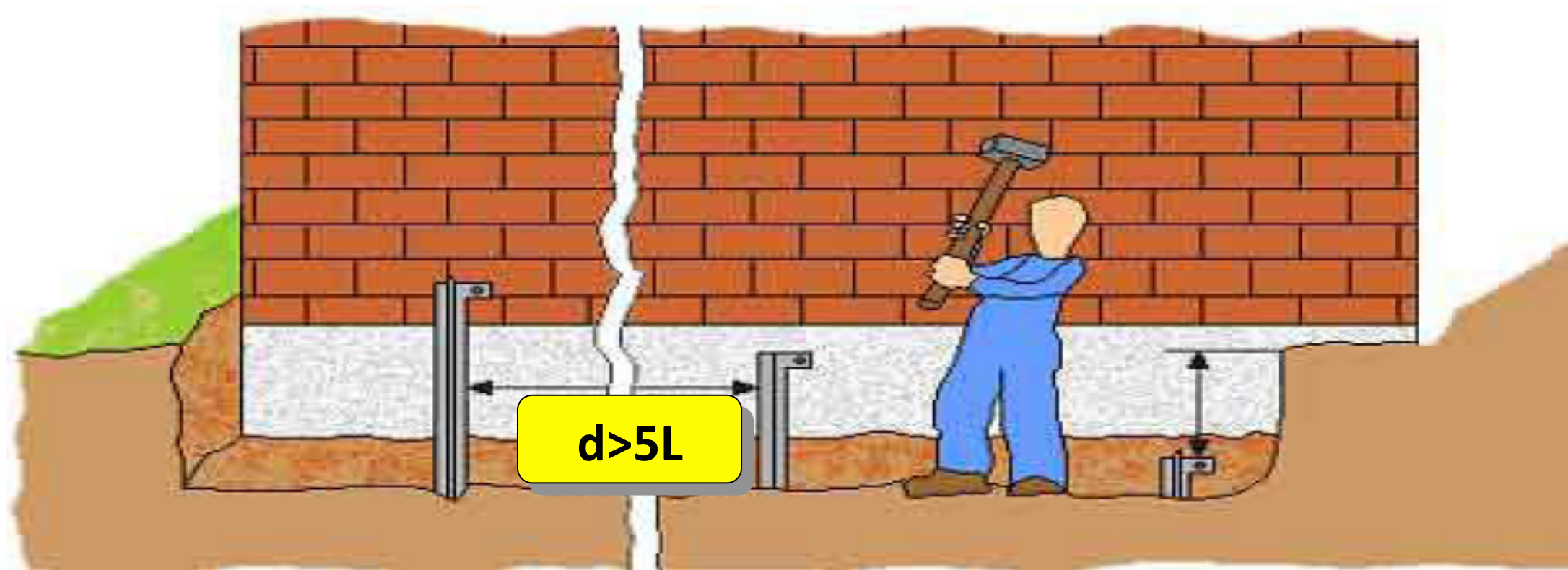
## Impianto di terra

In figura è rappresentato un tipo di dispersore ottenuto mediante una corda di rame o di acciaio interrata a **non meno di 0,5 m** di profondità attorno al cantiere e integrato con dei picchetti.

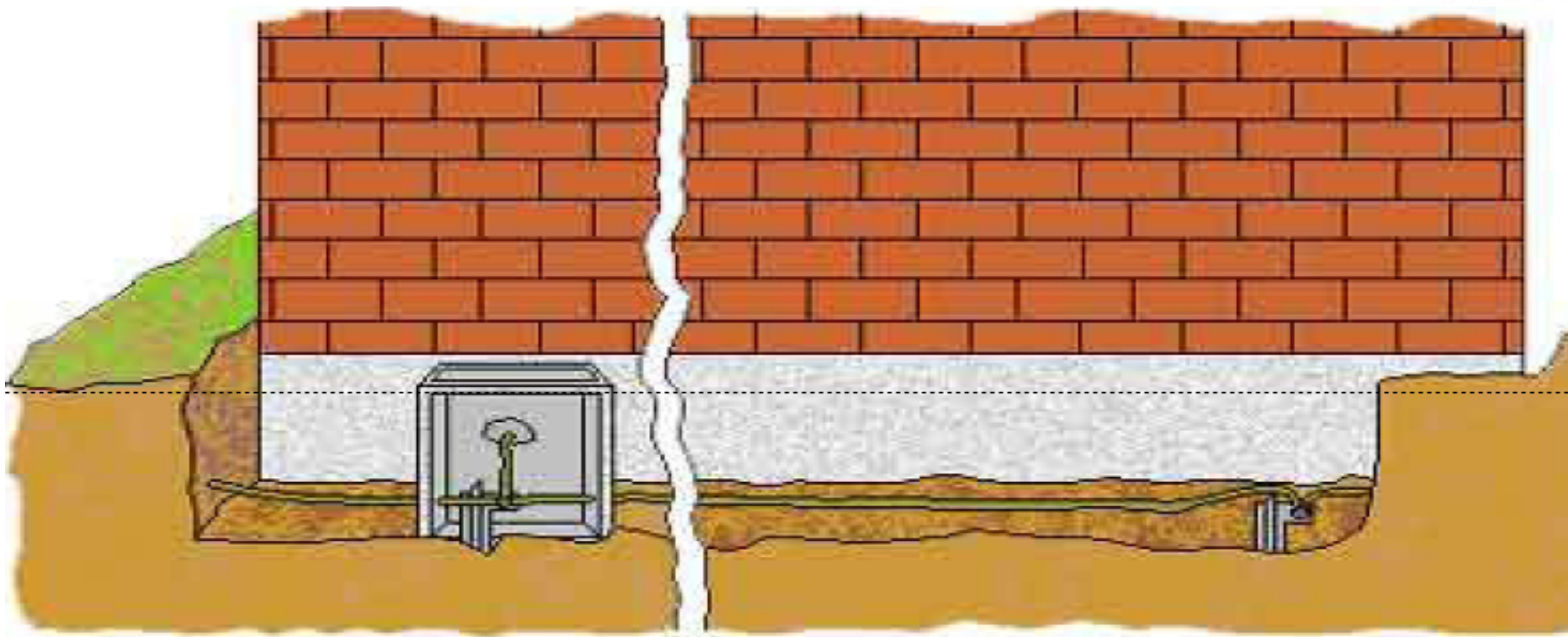
Gli utilizzatori fissi sono collegati direttamente all'impianto di terra mentre gli utilizzatori mobili alimentati dai quadri di cantiere tramite presa a spina fanno capo direttamente al collegamento a terra dei quadri stessi.







**Impianto di terra ottenuto mediante infissione di picchetti nel terreno**



**I picchetti devono essere interconnessi a formare un impianto**

### SEZIONI MINIME CONDUTTORE DI TERRA

Condizioni di posa	Materiale	Sezione minima [mm <sup>2</sup> ]
Protetto contro la corrosione	Rame o ferro	16
Non protetto contro la corrosione	Rame	25
	Ferro	50

### SEZIONI MINIME CONDUTTORE DI PROTEZIONE

Conduttore di fase, S [mm <sup>2</sup> ]	Conduttore di protezione, Sp [mm <sup>2</sup> ]
$S \leq 16$	$Sp = S$
$16 < S \leq 35$	$Sp = 16$
$35 \leq S$	$Sp = S/2$

## Messa a terra dei ponteggi

---

Il collegamento a terra di un ponteggio **non è quasi mai necessario**.

Potrebbe essere richiesto per tre motivi:

1. Il ponteggio è una **struttura metallica di notevoli dimensioni**, situata all'aperto e deve essere protetta contro i fulmini (D.Lgs 81/08, art. 84 e art. 1.1.8 dell'allegato. IV).
2. Il ponteggio è una **massa** e deve essere protetto contro in contatti indiretti.
3. Il ponteggio è una **massa estranea** e deve essere collegato allo stesso impianto di terra delle masse.



### Messa a terra dei ponteggi – STRUTTURA DI NOTEVOLI DIMENSIONI

Una struttura metallica è di notevoli dimensioni quando **il rischio relativo al fulmine supera quello ritenuto tollerabile** dalla norma (CEI 81-10), tenendo conto delle sue dimensioni, del Comune in cui si trova (livello cerauinico), del tipo di suolo circostante (resistività), e della sua posizione (ad esempio è ubicato in cima ad una collina).

Se la protezione contro i fulmini è richiesta e viene realizzata, occorre denunciarla ai sensi del DPR 462/01 all'Asl/Arpa e all'IspeSl mediante invio copia della Di.Co. e relativi moduli di accompagnamento e ricevute di versamento. Inoltre comporta la verifica a campione da parte dell'IspeSl e la verifica biennale da parte dell'Asl/Arpa od altro organismo abilitato.

Tutti questi adempimenti possono essere evitati se la messa a terra non è richiesta.

Ai fini della protezione contro le scariche atmosferiche, **i ponticelli** per assicurare la continuità elettrica tra le parti del ponteggio **non sono richiesti**.

### Messa a terra dei ponteggi – MASSA

Si ricorda che una massa è una **parte metallica** di un componente elettrico che può andare in tensione per un **guasto all'isolamento principale** e che può essere toccata.

Per sua natura un ponteggio non è quasi mai una massa.

Se vi sono montati dei componenti elettrici diventa una massa?

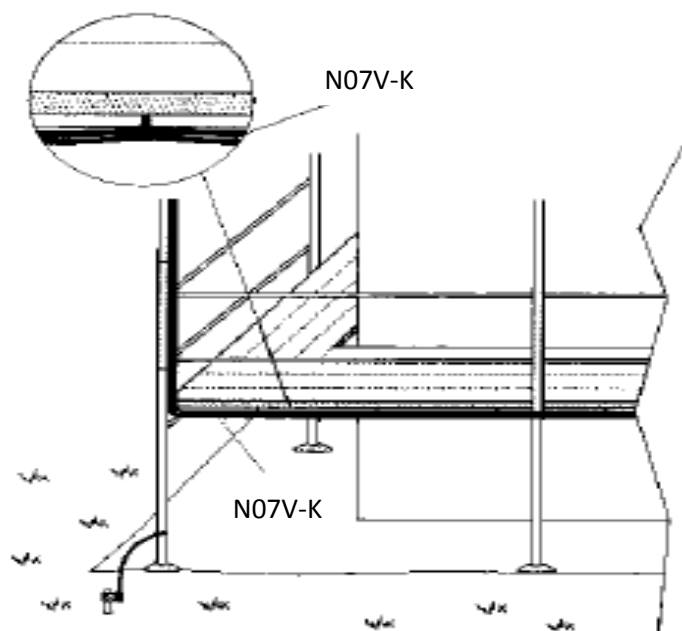
Va collegato a terra?

Sono possibili differenti situazioni:

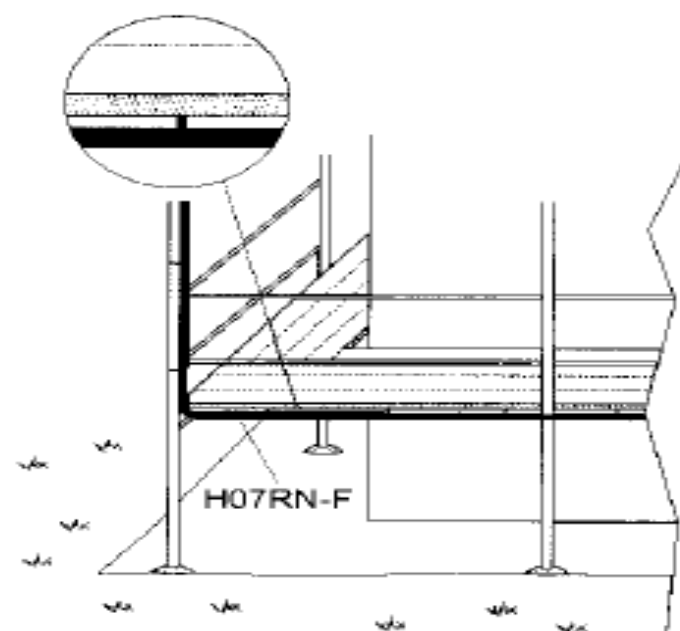
- cavi sul ponteggio,
- apparecchio di classe II,
- apparecchio di classe I,
- apparecchio isolante non di classe II,
- apparecchio di classe III.

### Messa a terra dei ponteggi – MASSA (cavi su ponteggio)

Frequentemente sui ponteggi sono posati cavi elettrici. In genere sono cavi di classe II (H07RN-F) o cavi unipolari senza guaina (N07V-K) posati entro tubi protettivi.



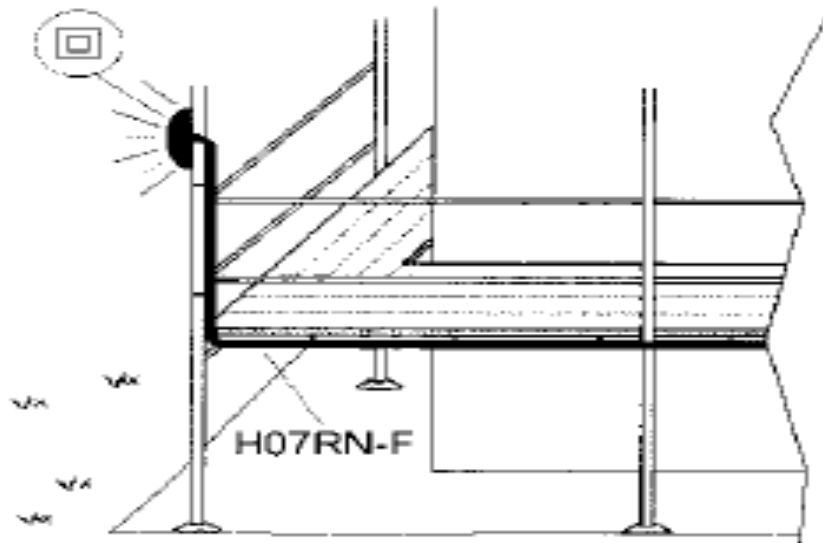
**È una massa** ma il tipo di posa non è ammesso (pericolo di contatto diretto per abrasione del conduttore).



**Non è una massa** perché tra ponteggio e parti in tensione c'è un doppio isolamento o isolamento rinforzato.

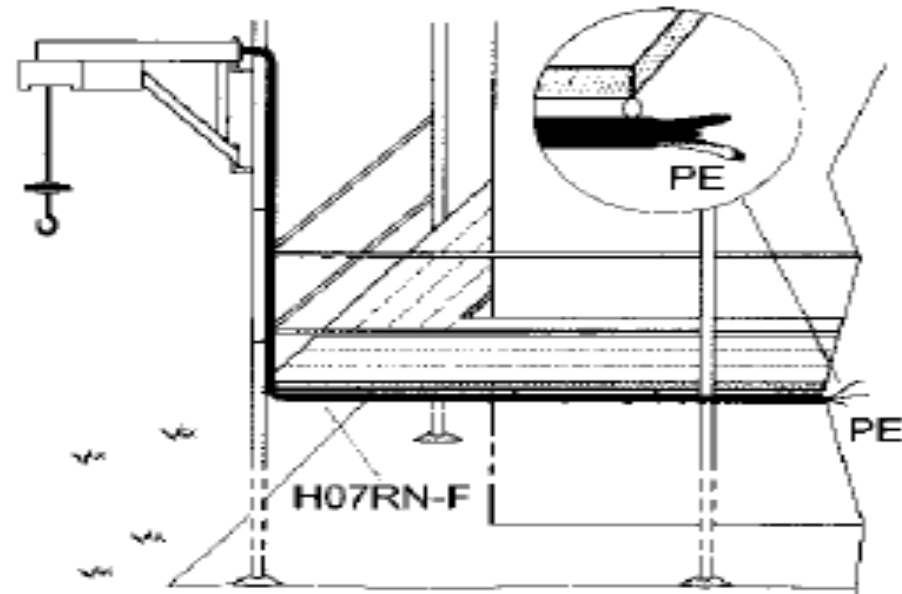
## Messa a terra dei ponteggi – MASSA (apparecchi elettrici)

Apparecchio (ad esempio di illuminazione) di classe II



**Non è una massa** perché tra ponteggio e parti in tensione c'è un doppio isolamento o isolamento rinforzato.

Apparecchio (ad esempio montacarichi elettrico) di classe I – isolamento principale con involucro metallico e morsetto di terra



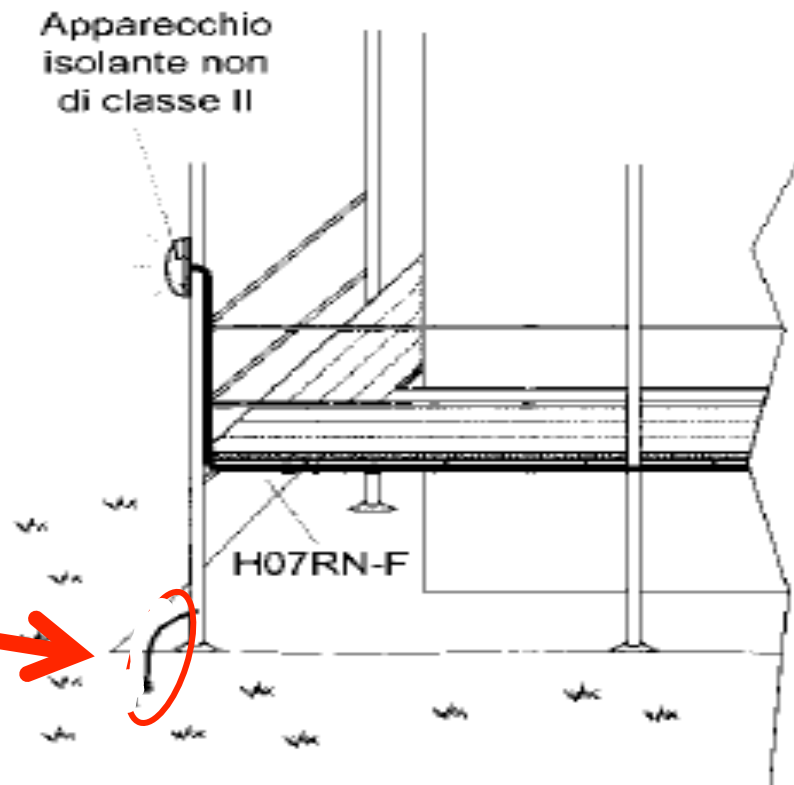
**Non è una massa** perché il ponteggio può andare in tensione solo perché in contatto con una massa.

## Messa a terra dei ponteggi – MASSA (apparecchi elettrici)

Apparecchio isolante non di classe II (non è di classe I perché non ha la massa)

È una massa perché tra ponteggio e parti in tensione c'è solo l'isolamento principale.

La parte di ponteggio sulla quale è montato l'apparecchio va messa a terra. I ponticelli tra le varie parti del ponteggio sono inutili.

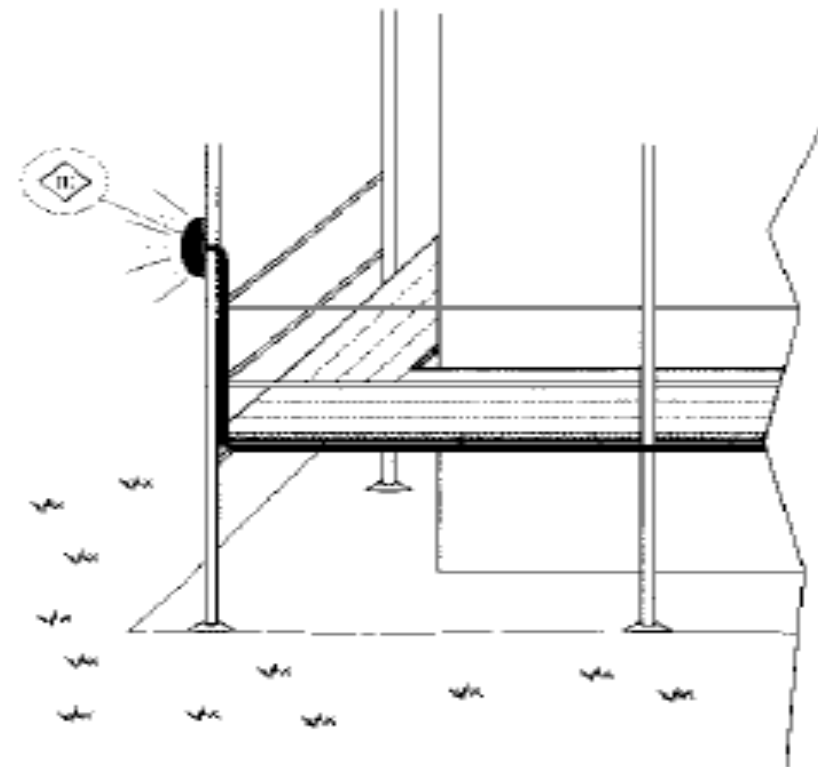


Si può prevedere un isolamento supplementare nell'installazione di questo apparecchio (interruttore entro un quadretto isolante): in questo caso si ricade negli apparecchi di classe II e non è più necessaria la messa a terra.

## Messa a terra dei ponteggi – MASSA (apparecchi elettrici)

Apparecchio di classe III  
alimentato da un sistema SELV o PELV)

Non occorre mettere il ponteggio a terra

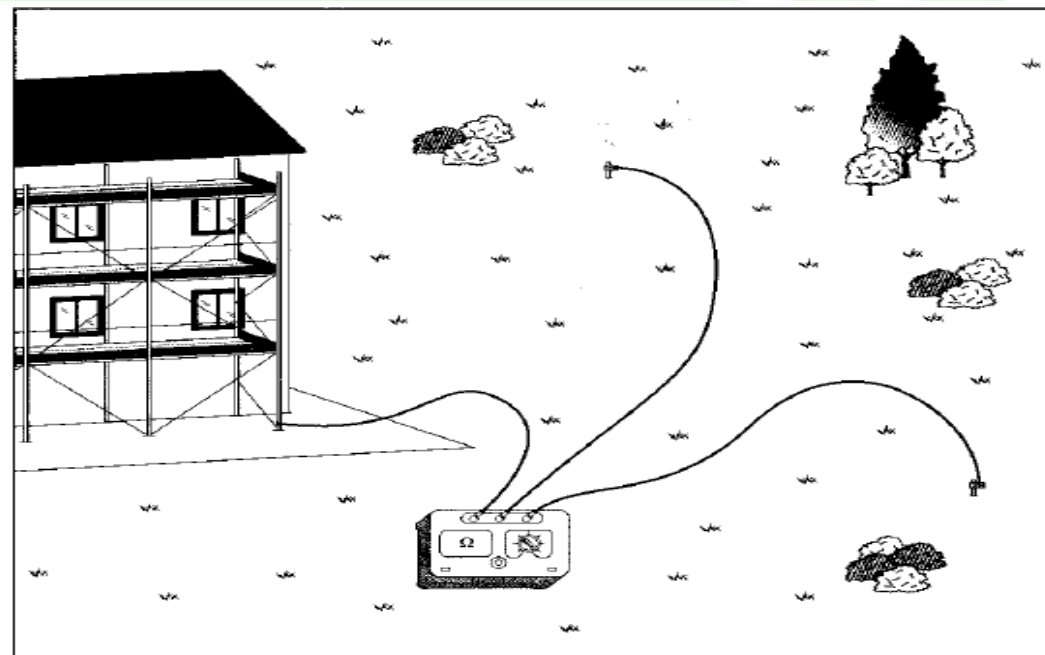


Infatti i circuiti SELV non hanno punti di connessione a terra, hanno una tensione inferiore ai 50V in a.c. (120v in c.c.) e sono separati con doppio isolamento dal circuito di alimentazione principale. I circuiti PELV sono come i SELV ad eccezione della presenza di una connessione a terra.

### Messa a terra dei ponteggi – MASSA ESTRANEA

Il **ponteggio** poggia a terra tramite i piedini (piastre) e **costituisce** quindi **un dispersore naturale**.

Quando la **resistenza di terra** del ponteggio è **inferiore ai 200  $\Omega$**  esso costituisce una massa estranea e va connesso per ragioni di equipotenzialità allo stesso impianto di terra delle masse.



Se il terreno è asfaltato, coperto di ghiaia, o costituito da roccia, sicuramente la resistenza verso terra è  $> 200 \Omega$ . In caso di dubbio occorre effettuare una misura della resistenza di terra. Qualora risultasse una massa estranea, il ponteggio va collegato in uno o due punti all'impianto di terra del cantiere. I **ponticelli non sono necessari** perché il ponteggio non è attraversato da una corrente di guasto e le resistenze non causano c.d.t.

## Messa a terra dei ponteggi

---

A ben vedere, occorre mettere a terra un ponteggio solo in casi particolari.

In nessun caso occorrono i ponticelli tra le varie parti del ponteggio.

Ciò contrasta con l'abitudine di collegare sempre a terra i ponteggi, secondo l'idea per cui è sempre meglio collegare a terra: non si sa mai e si evitano le contestazioni di qualche ispettore, che vedendo sempre i ponteggi collegati a terra, se ne vede uno non collegato lo ritiene fuori norma.



## Sommario:

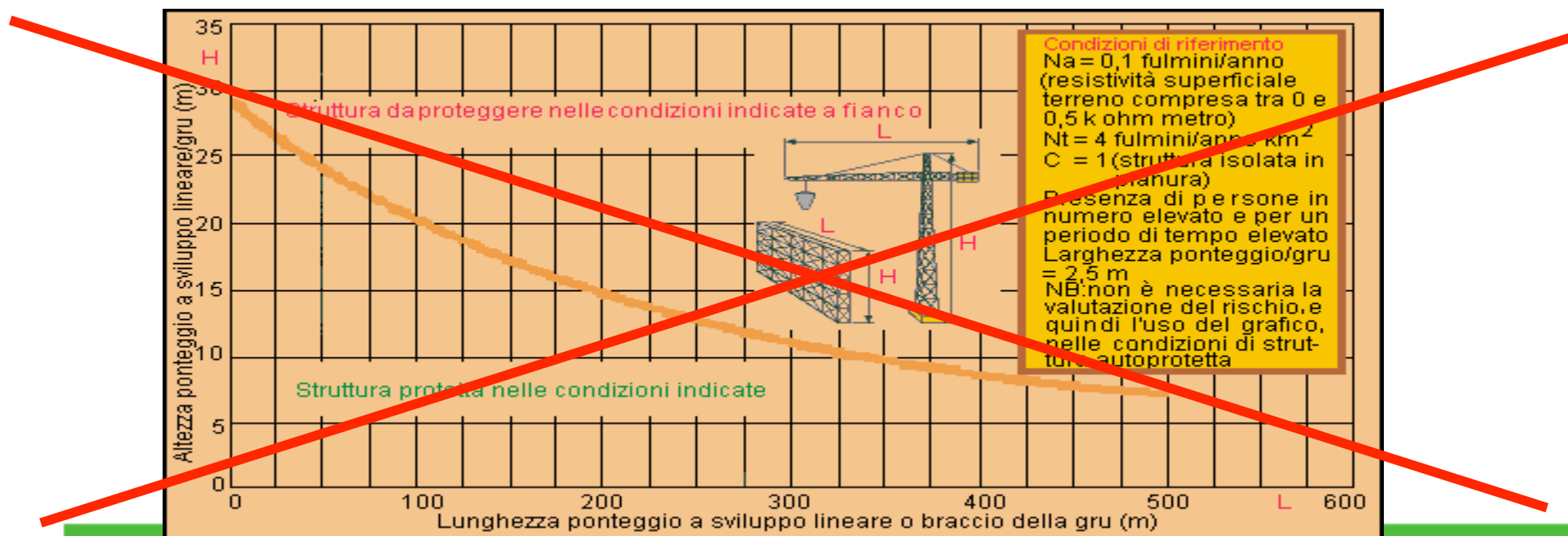
---

1. Rischio Elettrico, Leggi e Norme, Responsabilità;
2. Protezione dai Contatti Diretti e Cenni ai Lavori Elettrici;
3. Protezione dai Contatti Indiretti;
  - a) Alimentazione;
  - b) Dimensionamento e Posa delle Condutture;
  - c) Quadri di Cantiere;
  - d) Prese a Spina, Avvolgicavo, Prolunghe;
  - e) Impianto di Terra;
- 4. Protezione contro i Fulmini.**
5. Esempi di Non Conformità Impiantistiche

## Protezione contro i fulmini

La necessità di proteggere le strutture del cantiere contro i fulmini deve essere stabilita mediante una corretta valutazione dei rischi così come è definita dalla norma **CEI 81-10**.

I riferimenti alla 81-1 contenuti nella norma CEI 64-17 non sono da ritenere validi, compresi i grafici per facilitare le valutazioni di rischio.



Dall'entrata in vigore, il primo marzo 2013, della nuova norma CEI EN 62305 (CEI81-10) - Protezione contro i fulmini. Parte 2 - Valutazione del rischio, **le valutazioni redatte negli edifici esistenti** dove il rischio di fulminazione era stato valutato in base alle norme precedenti, sono, come richiesto dal d.lgs 81/08 e s.m.i agli articoli 17 e 84, **tutte da rifare!**

Inoltre, la guida **CEI 81-3 è stata abrogata dal 30/6/2014**. Sul sito del CEI sono disponibili i nuovi valori di fulminazione (Fulmini/anno·Km<sup>2</sup>), relativi ad ogni maglia quadrata del territorio di 5 km di lato.

A partire dal **1/7/14** chi necessita del valore fulminazione, deve entrare nel sito del CEI (<http://servizi.ceiweb.it/prodis/>), introdurre longitudine e latitudine del punto di interesse e scaricare il valore relativo alla maglia in cui il punto cade, **non prima di aver accreditato sul conto corrente del CEI la somma di 15 € + IVA.**

### ESEMPIO PER UNA GRU

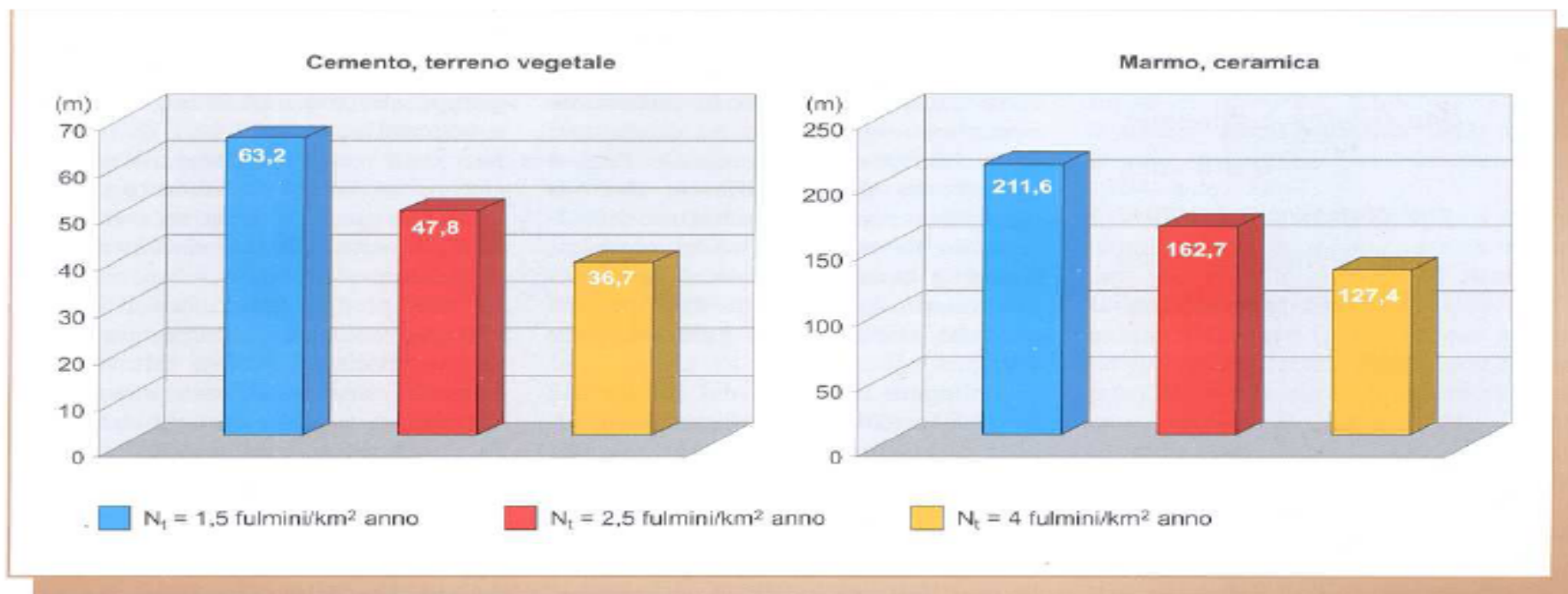


Fig. 5 - Altezza di una gru (larghezza del braccio 1,5 m e lunghezza del braccio 52 m) oltre la quale occorre adottare misure di protezione ( $C_d = 0,5$ ).

N.B. Occorre eseguire i calcoli con la Nuova Norma CEI 81-10 2013 e i nuovi dati sulla fulminazione entrati in vigore dal 30/6/2014 (Sostituiscono la CEI 81-3)

# VALORI TIPICI CON VECCHIA NORMA - ESEMPIO PONTEGGIO

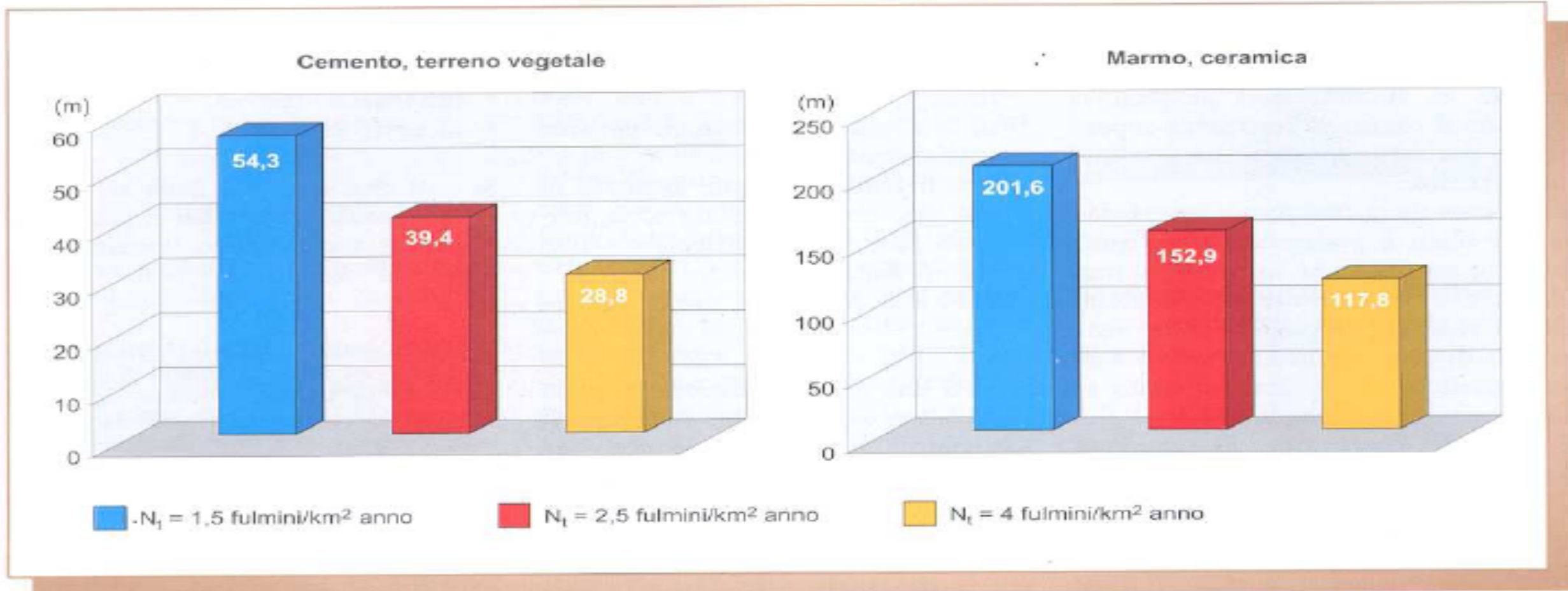


Fig. 3 - Altezza di un ponteggio (largo 2 m e lungo 150 m) oltre la quale occorre adottare misure di protezione ( $C_d = 0,5$ ).

N.B. Occorre eseguire i calcoli con la Nuova Norma CEI 81-10 2013 e i nuovi dati sulla fulminazione entrati in vigore dal 30/6/2014 (Sostituiscono la CEI 81-3)

F. Pilo



**Non si conoscono dispositivi o metodi atti a modificare i naturali fenomeni meteorologici al punto di prevenire la formazione dei fulmini.**

La fulminazione diretta, o nelle vicinanze, di strutture è pericolosa per le vite umane, per le strutture stesse, per il loro contenuto e gli impianti in esse presenti nonché per i servizi.

Pertanto, **l'adozione di misure di protezione contro il fulmine è essenziale.**

### **CEI EN 62305-1 - 81-10/1**

Protezione contro i fulmini - Parte 1: **Principi generali**

Informazioni relative al pericolo da fulmine, alle caratteristiche del fulmine e ai parametri significativi per la simulazione degli effetti prodotti dai fulmini. Inoltre, vengono illustrati i procedimenti ed i principi generali di protezione che costituiscono la base per le parti successive.

### **CEI EN 62305-2 - 81-10/2**

Protezione contro i fulmini- Parte 2: **Valutazione del rischio**

La valutazione del rischio si basa su un'analisi dei rischi stessi al fine di stabilire per prima cosa se vi sia la necessità di una protezione contro i fulmini. Dopodiché viene stabilita la misura di protezione ottimale dal punto di vista tecnico - economico e viene valutato il rischio residuo che dovrà essere inferiore al rischio accettabile.



## CEI EN 62305-3 - 81-10/3

Protezione contro i fulmini- Parte 3: **Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.**

Questa parte tratta la protezione di edifici e persone dai danni materiali e dal pericolo di morte, che potrebbero essere causati dall'effetto della corrente da fulmine oppure da scariche pericolose, in particolare da fulminazione diretta. Come misura di protezione viene usato un sistema di protettivo composto da:

- **protezione esterna** (captatore, dispositivo di discesa e impianto di messa a terra)
- **protezione interna** (equipotenzializzazione antifulmine e distanza di sicurezza).

## **CEI EN 62305-4 - 81-10/4**

Protezione contro i fulmini- Parte 4: **Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.**

Questa parte tratta la protezione di edifici contenenti sistemi elettrici ed elettronici dagli effetti dei disturbi elettromagnetici (LEMP) prodotto dai fulmini. Vengono inoltre considerati gli effetti dei campi elettrici ed elettromagnetici, di tensioni e correnti indotte, che possono essere provocati da fulminazioni dirette o indirette.

Il significato e la necessità di queste norme deriva dall'utilizzo sempre crescente di molteplici sistemi elettrici ed elettronici, raggruppabili in generale sotto il nome di **sistemi di comunicazione.**

La interconnessione tra le 4 parti è evidenziata nella Fig. 1.

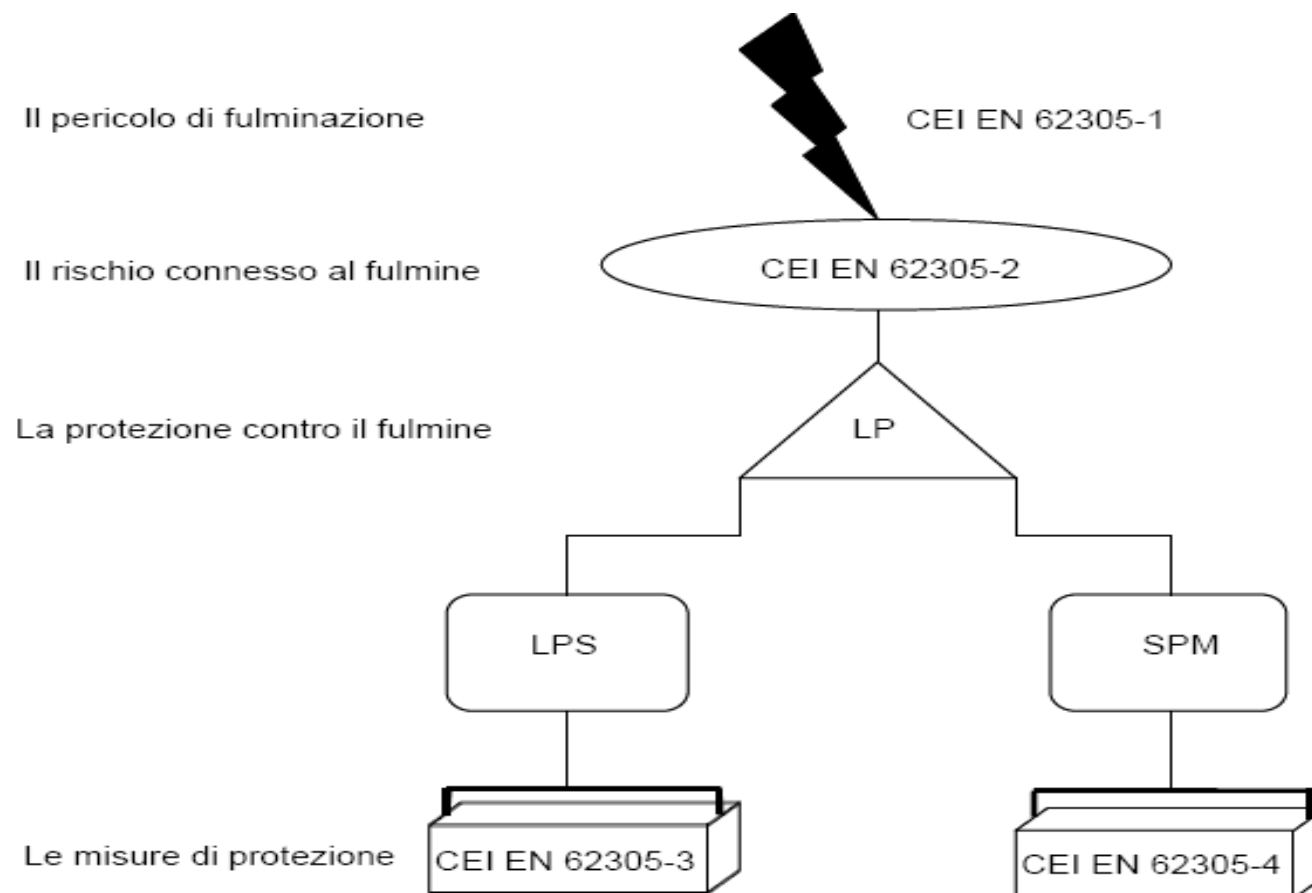


Fig. 1 – Interconnessione tra le varie parti della CEI EN 62305

---

Gli effetti di un fulmine sulle strutture dipendono da:

- ✓ **costruzione** (legno, mattone, calcestruzzo, cls armato, tralicciato in acciaio);
- ✓ **funzione** (abitazione, uffici, ...);
- ✓ **occupanti e contenuto** (persone ed animali, materiali combustibili/non combustibili, esplosivi, ...);
- ✓ **servizi entranti** (linee di energia, di telecomunicazione, condutture metalliche);
- ✓ **esistenza di misure di protezione** (misure di protezione per ridurre i danni materiali ed il pericolo per le persone, per la riduzione dei guasti degli impianti interni).

Il fulmine può essere causa di **3 principali tipi di danno**:

- **D1: danni ad esseri viventi** dovuti a tensione di contatto e di passo;
- **D2: danni materiali** (incendio, esplosione, distruzione meccanica, rilascio di sostanze chimiche) dovuti agli effetti della corrente di fulmine, scariche disruptive incluse;
- **D3: guasti agli impianti interni** dovuti al LEMP (*Lightning electromagnetic impulse*).

- **Perdita L1 – Perdita di vite umane**

Numero di morti all'anno, riferito al numero totale di persone esposte al rischio

→ [Rischio R1](#)

- **Perdita L2 – Perdita di servizi pubblici essenziali**

Prodotto del numero di utenti non serviti per la durata annua del disservizio, riferito al numero totale di utenti serviti all'anno

→ [Rischio R2](#)

- **Perdita L3 – Perdita di patrimonio culturale insostituibile**

Valore annuo dei beni perduti, riferito al valore totale dei beni esposti al rischio

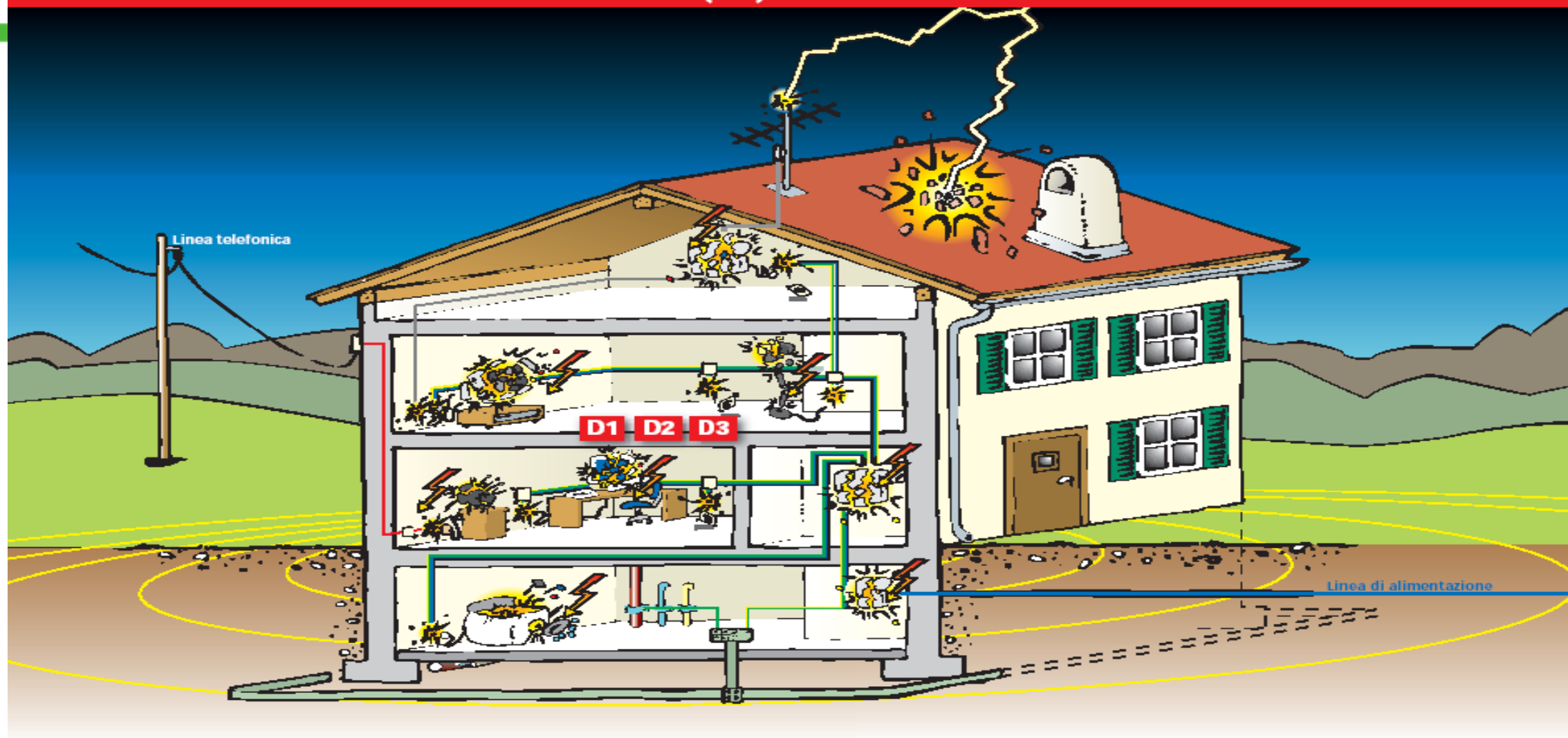
→ [Rischio R3](#)

- **Perdita L4 – Perdita di valore puramente economico**

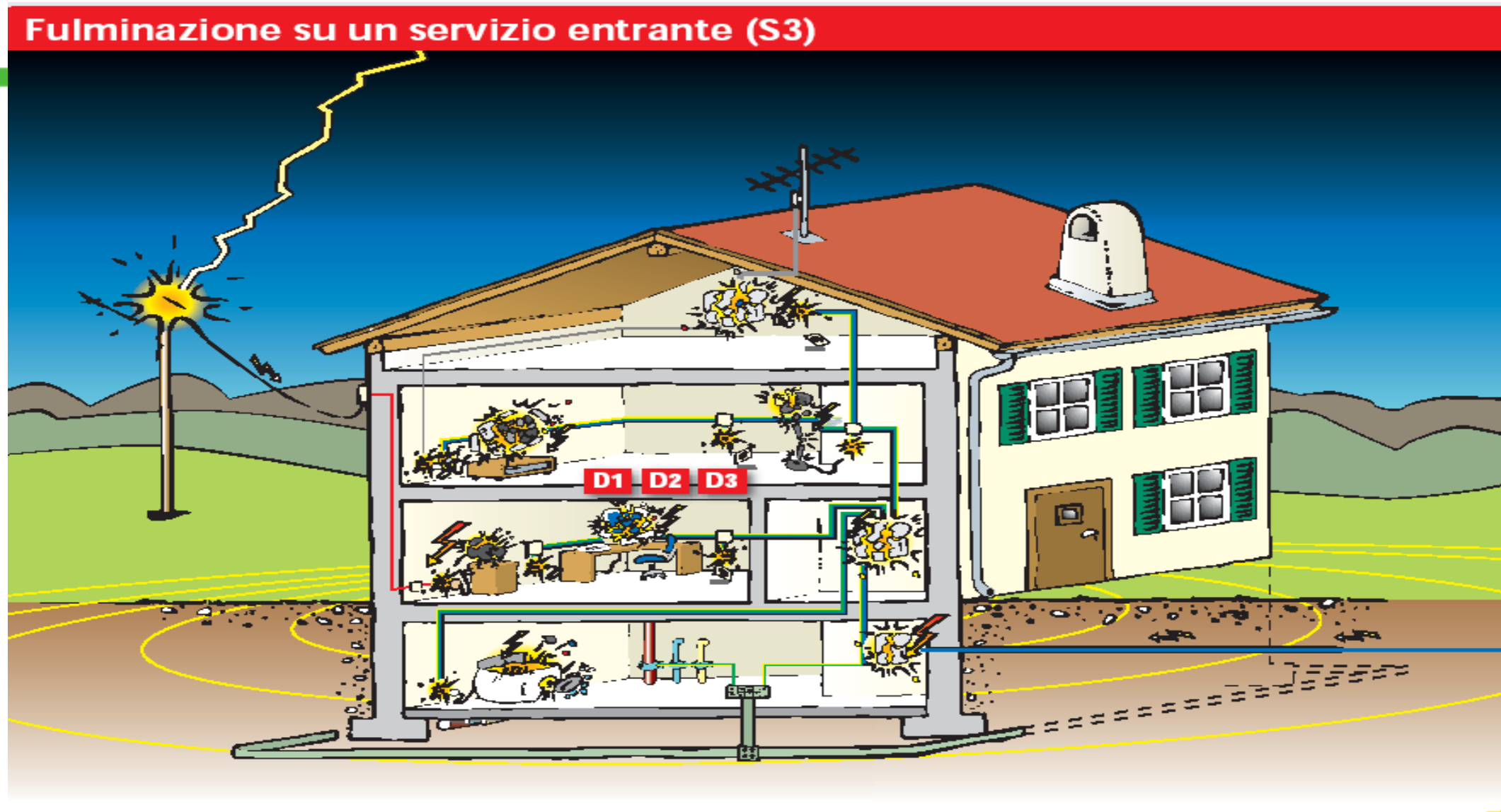
La valutazione del danno tollerabile è un puro confronto costi – benefici

→ [Rischio R4](#)

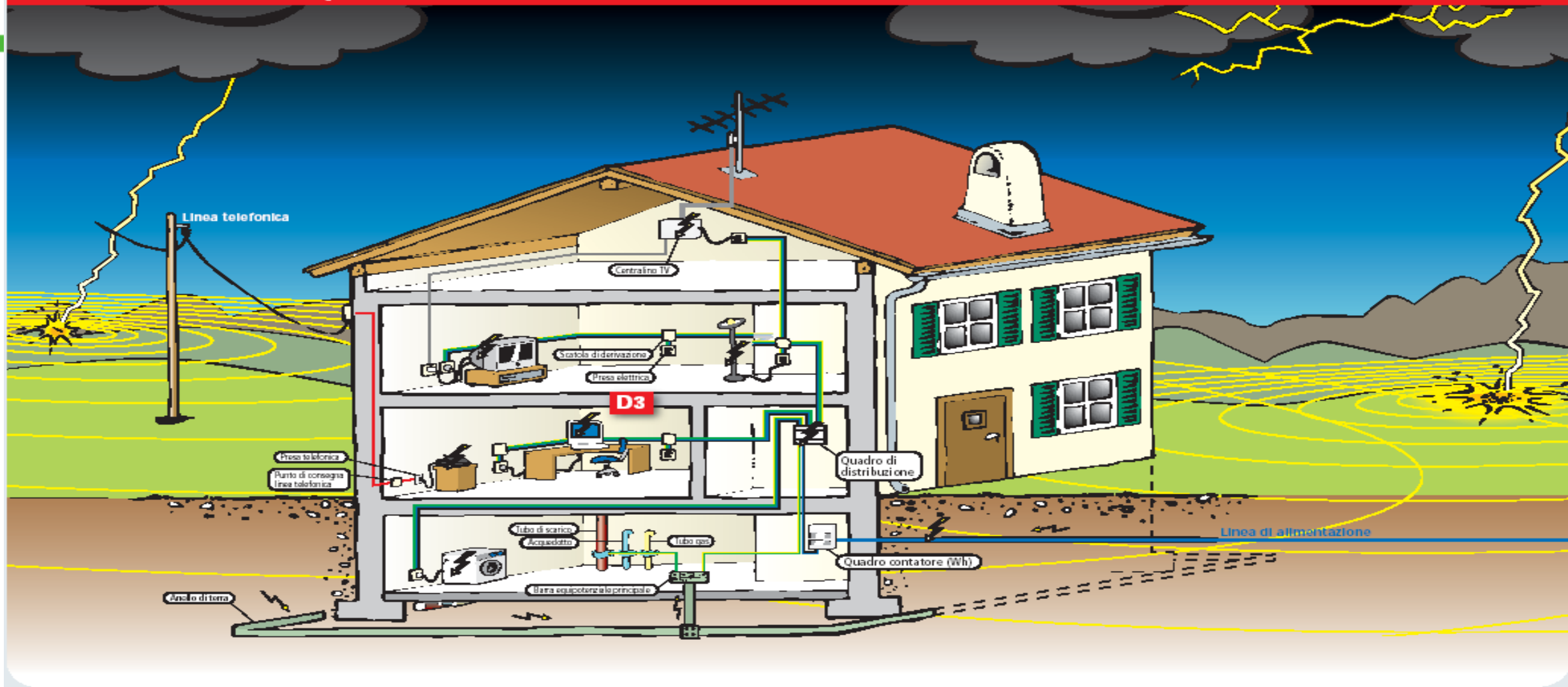
## Fulminazione diretta sulla struttura (S1)







Fulminazione in prossimità della struttura (S2) e di un servizio entrante (S4)



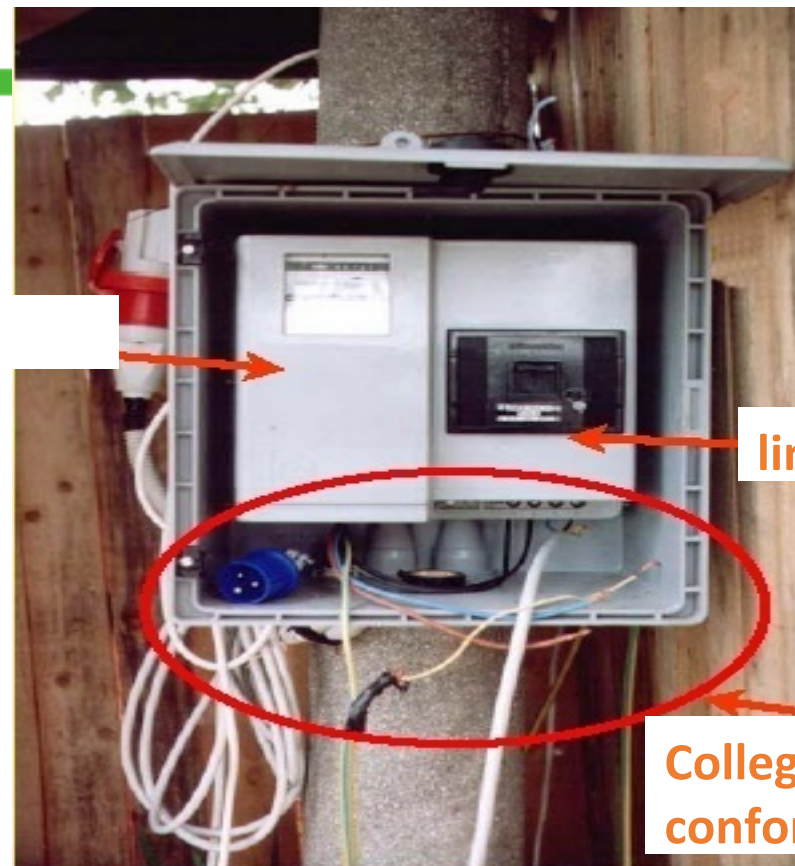
## Sommario:

1. Rischio Elettrico, Leggi e Norme, Responsabilità;
2. Protezione dai Contatti Diretti e Cenni ai Lavori Elettrici;
3. Protezione dai Contatti Indiretti;
  - a) Alimentazione;
  - b) Dimensionamento e Posa delle Condotture;
  - c) Quadri di Cantiere;
  - d) Prese a Spina, Avvolgicavo, Prolunghe;
  - e) Impianto di Terra;
4. Protezione contro i Fulmini.
5. Esempi di Non Conformità Impiantistiche



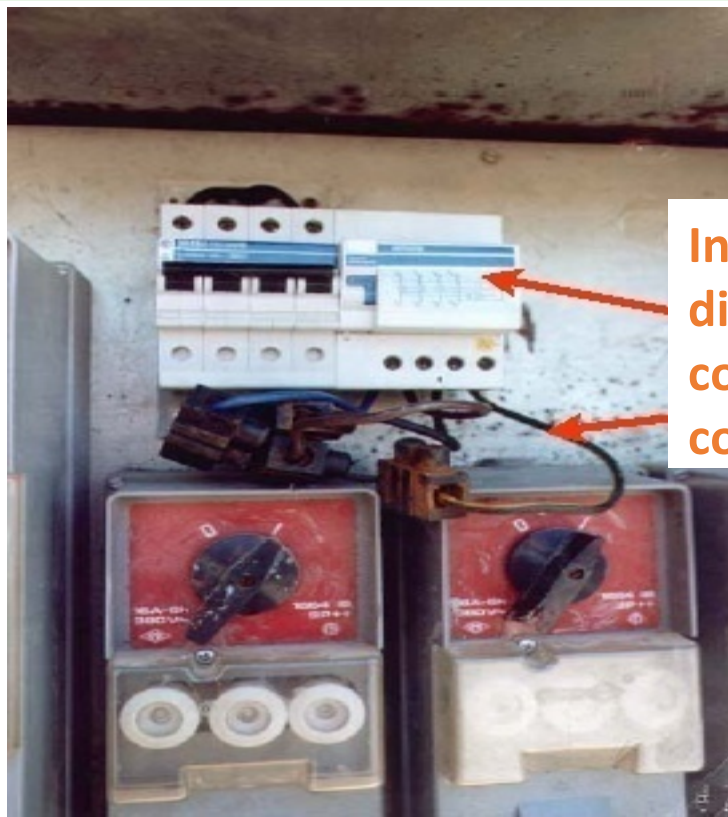
Grado IP non  
sufficiente

contatore



limitatore

Collegamenti non  
conformi

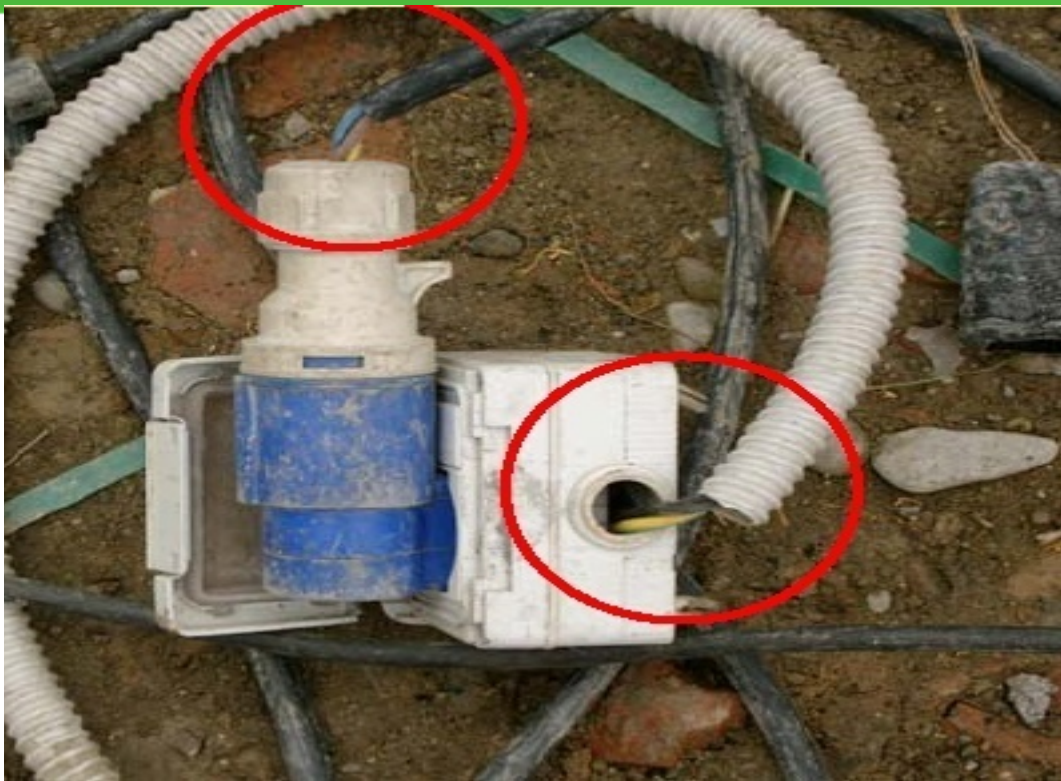


Interruttore  
differenziale e  
collegamenti non  
conformi

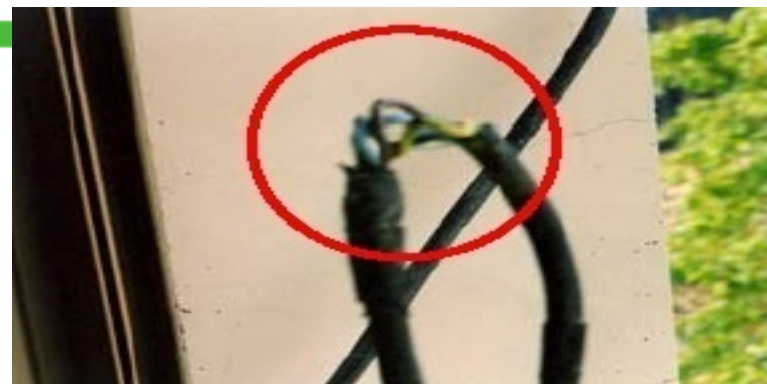


Grado IP non  
sufficiente





Fuoriuscita da pressacavi e guaine



Guaine danneggiate



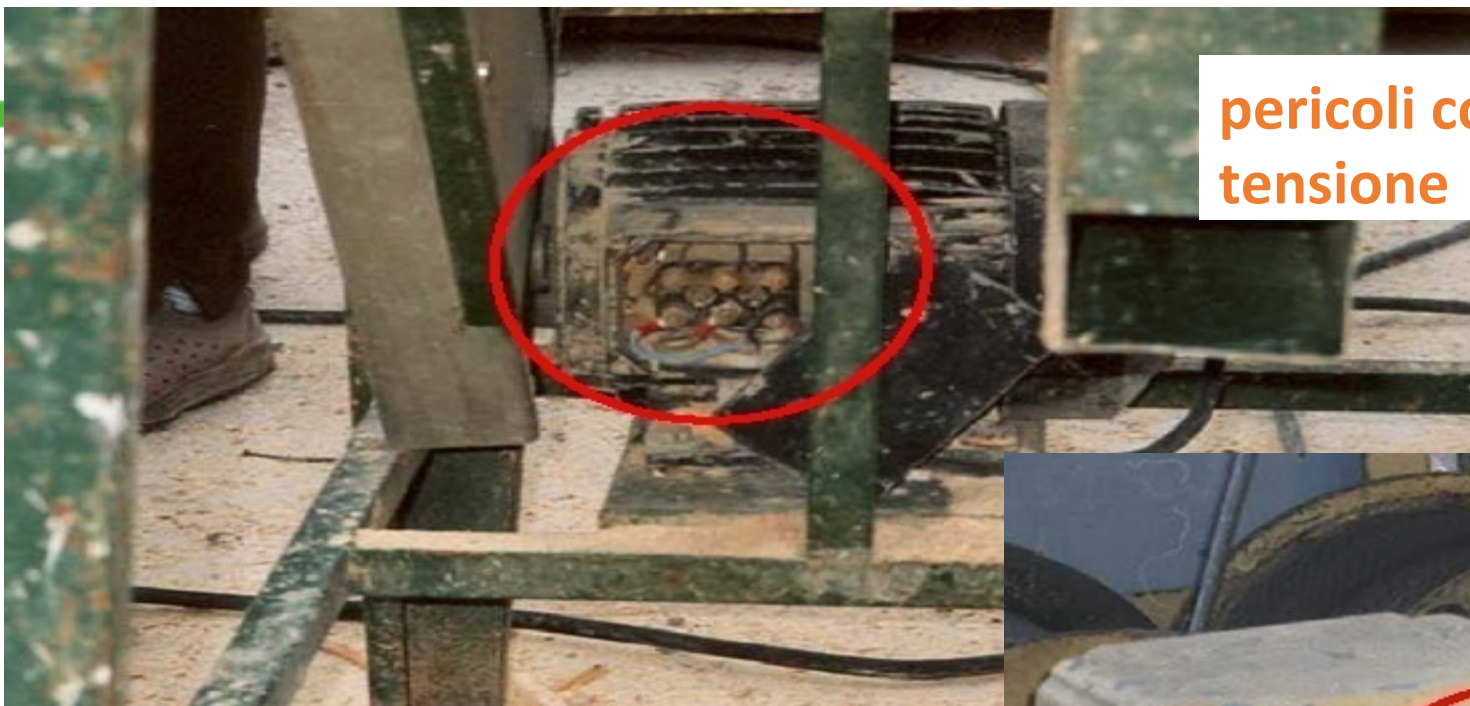
Giunzioni non idonee

Intralcio zone transito









pericoli contatti diretti con parti in tensione















GRAZIE PER L'ATTENZIONE

