

# LAVORI ELETTRICI E LAVORI IN VICINANZA (Focus Cantieri)

Relatore: ing. Antonio Porro [ing.porro@opan.it](mailto:ing.porro@opan.it)

Lecco, 21/12/2022

# OGGETTO E SCOPO

Webinar dedicato alla disciplina dei ruoli, delle responsabilità, delle misure tecniche, dei dispositivi di protezione individuale, da impiegare per l'esecuzione dei lavori elettrici e non elettrici, nonché dei lavori in prossimità e/o in vicinanza, nei cantieri edili di costruzione e di demolizione.



# RIFERIMENTO LEGISLATIVO

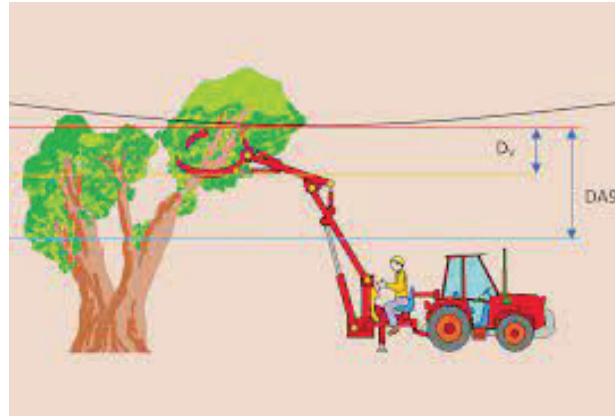
Ai fini della sicurezza contro il rischio elettrico il riferimento legislativo è il D.Lgs. 81/2008 che all'art. 80, comma 1, precisa *“il datore di lavoro prende le misure necessarie affinché i lavoratori siano salvaguardati da tutti i rischi di natura elettrica connessi all'impiego dei materiali, delle apparecchiature e degli impianti elettrici messi a loro disposizione...”*

# LAVORI NEI CANTIERI

## LAVORI NON ELETTRICI



## LAVORI IN VICINANZA

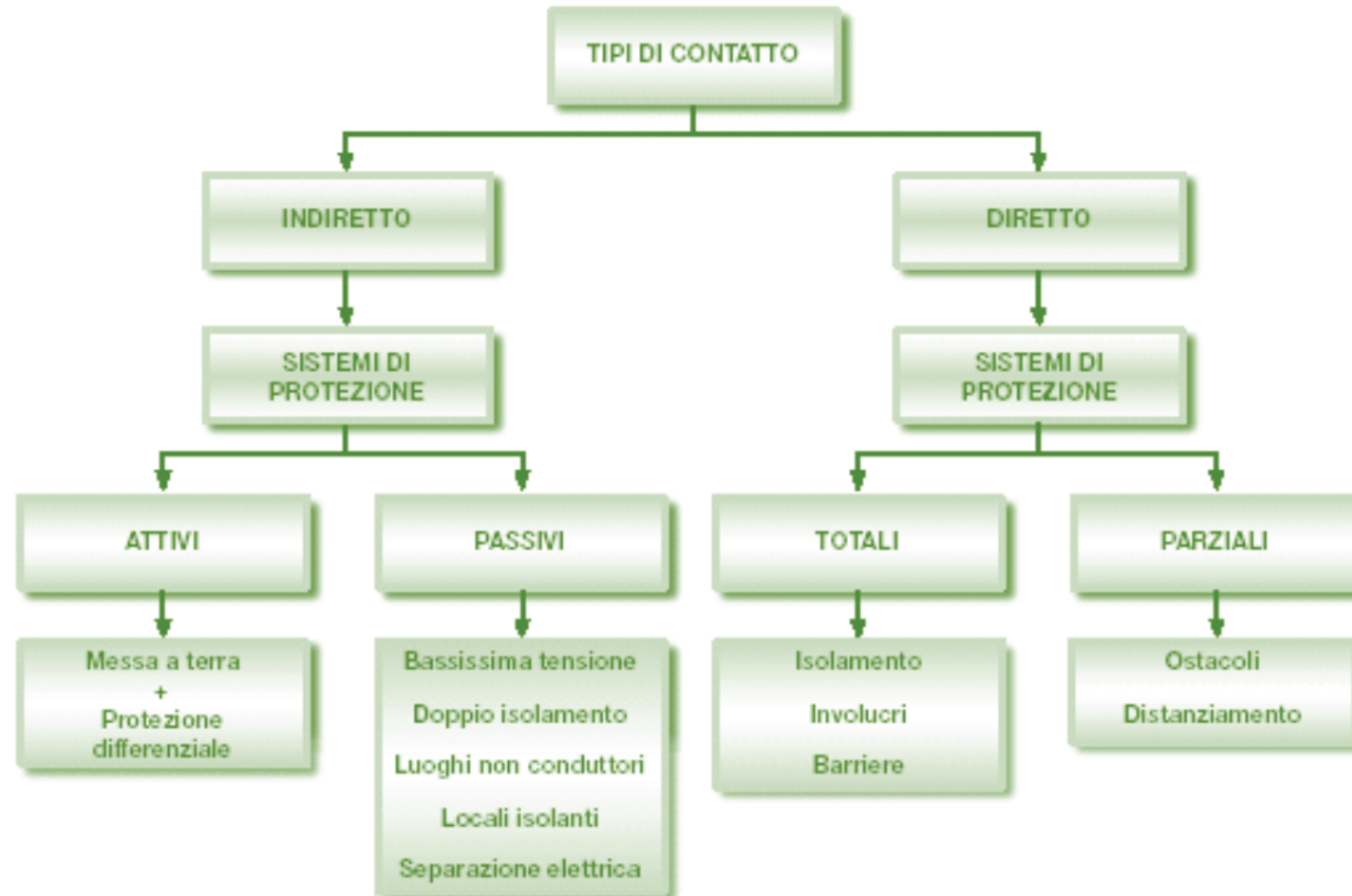


## LAVORI ELETTRICI (a contatto; in prossimità)





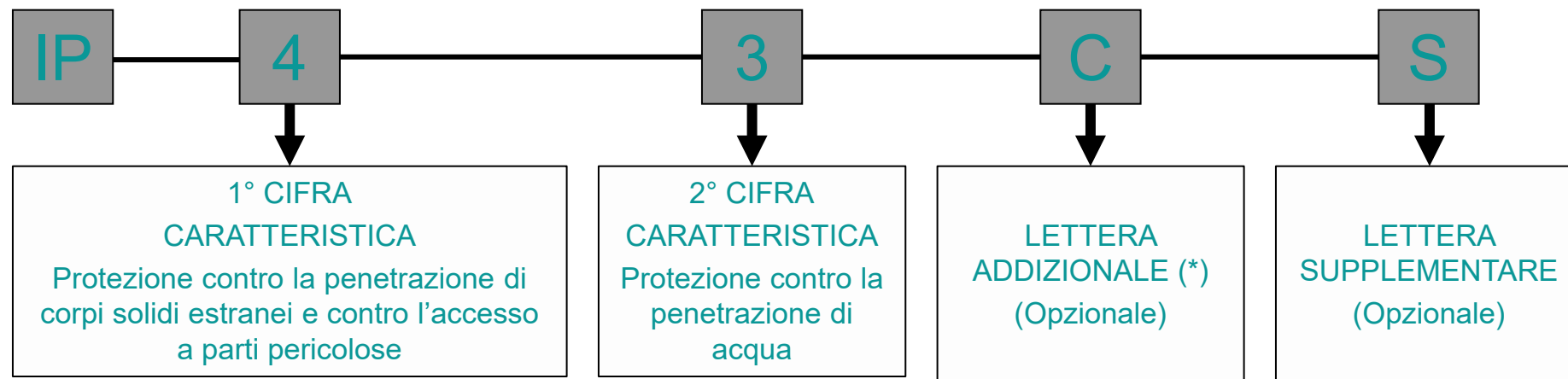
# LAVORI NON ELETTRICI - Protezione contro i contatti accidentali



# LAVORI NON ELETTRICI - Protezione contro i contatti diretti

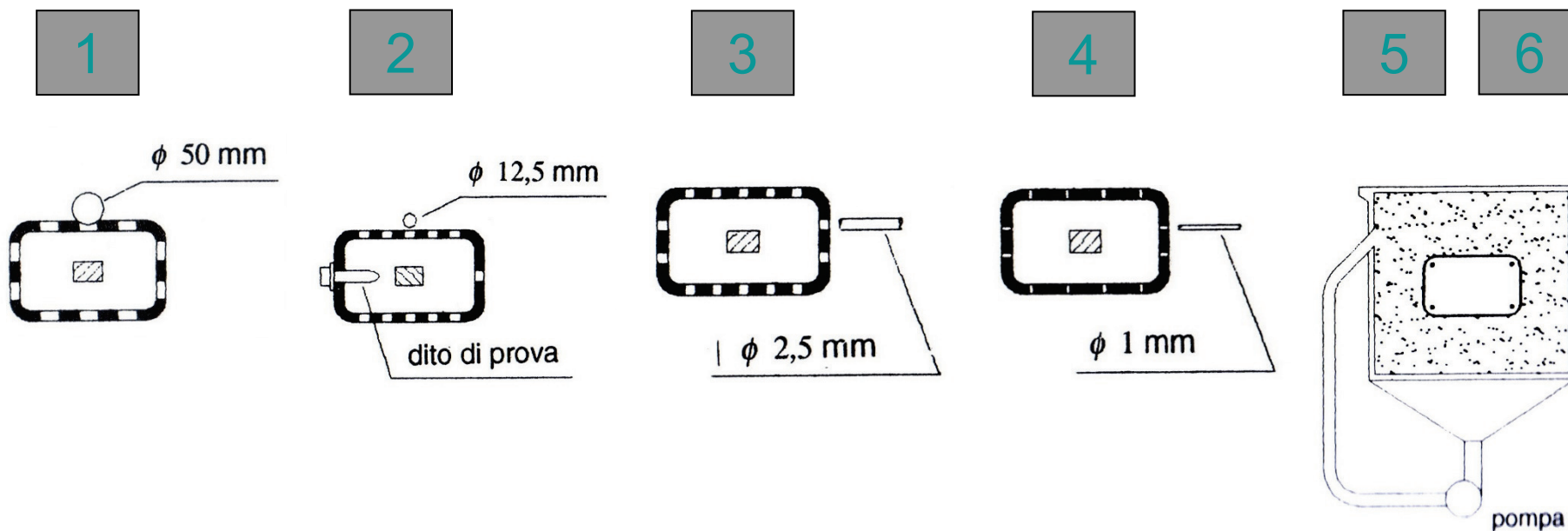
Gradi di protezione degli involucri secondo CEI EN 60529

Esempio:

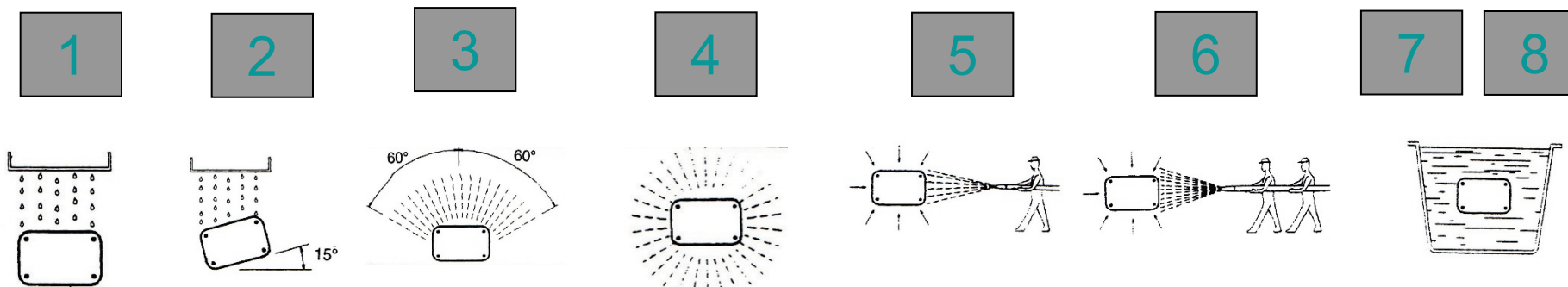


# LAVORI NON ELETTRICI - Protezione contro i contatti diretti

## Protezione contro la penetrazione dei corpi solidi



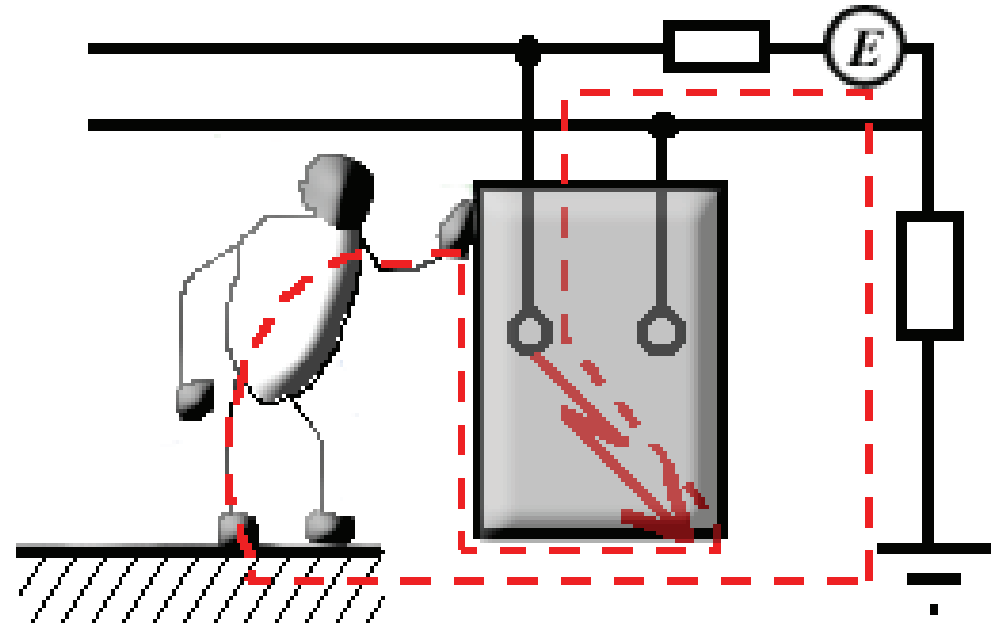
## Protezione contro la penetrazione dei corpi liquidi



# LAVORI NON ELETTRICI - Protezione contro i contatti indiretti

Contatto di persone con una massa in tensione per un guasto

(Norma CEI 64-8; art. 23.6)



# LAVORI NON ELETTRICI - Protezione contro i contatti indiretti

## PROTEZIONE ATTIVA

$$\text{In BT} \rightarrow \text{Sistema TT} \rightarrow R_E \leq \frac{U_L}{I_{dn}}$$

$$\text{In MT} \rightarrow \text{Sistema TN} \rightarrow U_E = R_E \cdot I_F \leq U_{TP}$$

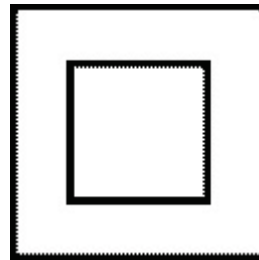
**Nota:** l'uso del sistema IT è sconsigliato nei cantieri (Guida CEI 64-17; art. 10.3)

# LAVORI NON ELETTRICI - Protezione contro i contatti indiretti

## PROTEZIONE PASSIVA

### Doppio isolamento

Quando viene usata la misura di protezione mediante isolamento doppio o rinforzato per il completo impianto o per una sua parte, i componenti elettrici devono essere identificati dal seguente segno grafico



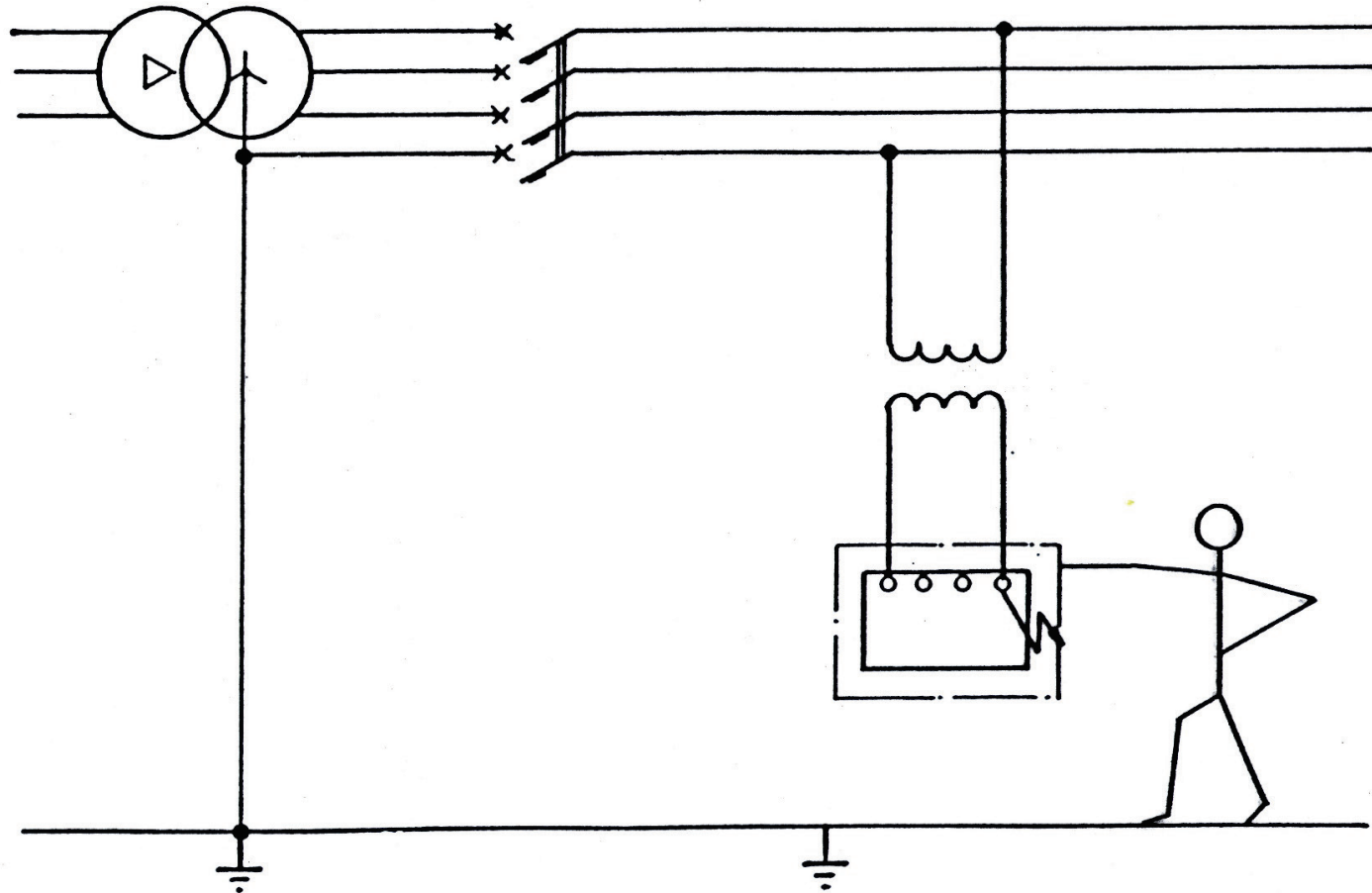
Nota: si raccomanda di applicare il segno grafico  sull'esterno ed all'interno dell'involucro.



# LAVORI NON ELETTRICI - Protezione contro i contatti indiretti

## PROTEZIONE PASSIVA

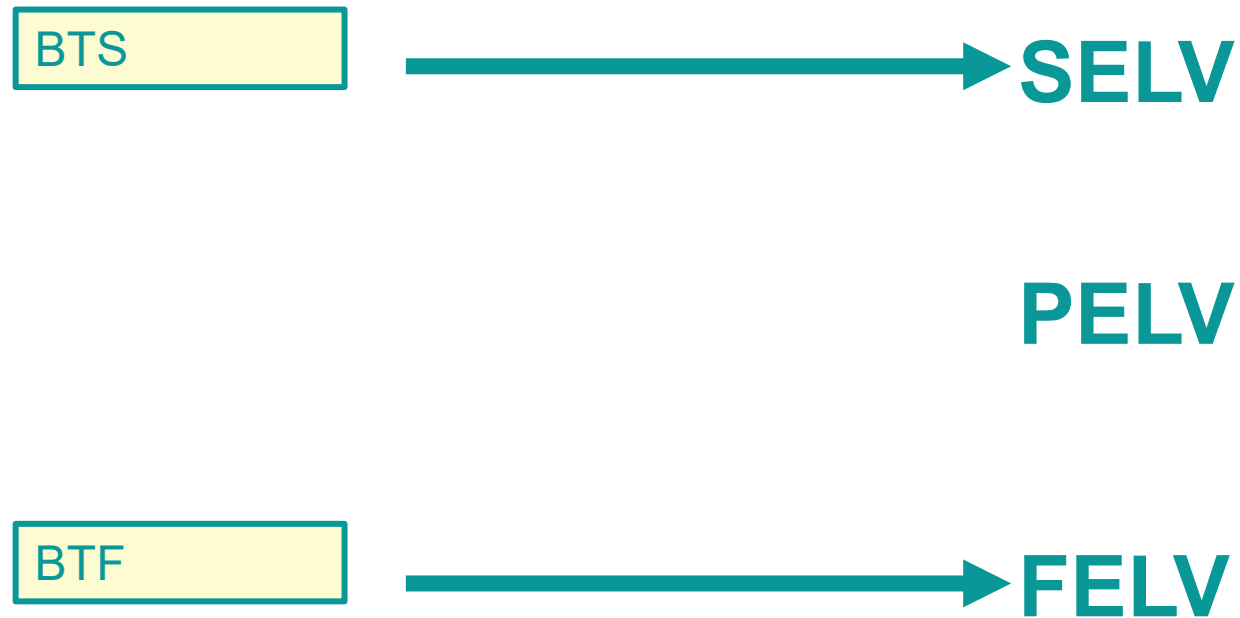
### Separazione elettrica



# LAVORI NON ELETTRICI - Protezione contro i contatti indiretti

## PROTEZIONE PASSIVA

Bassissima tensione



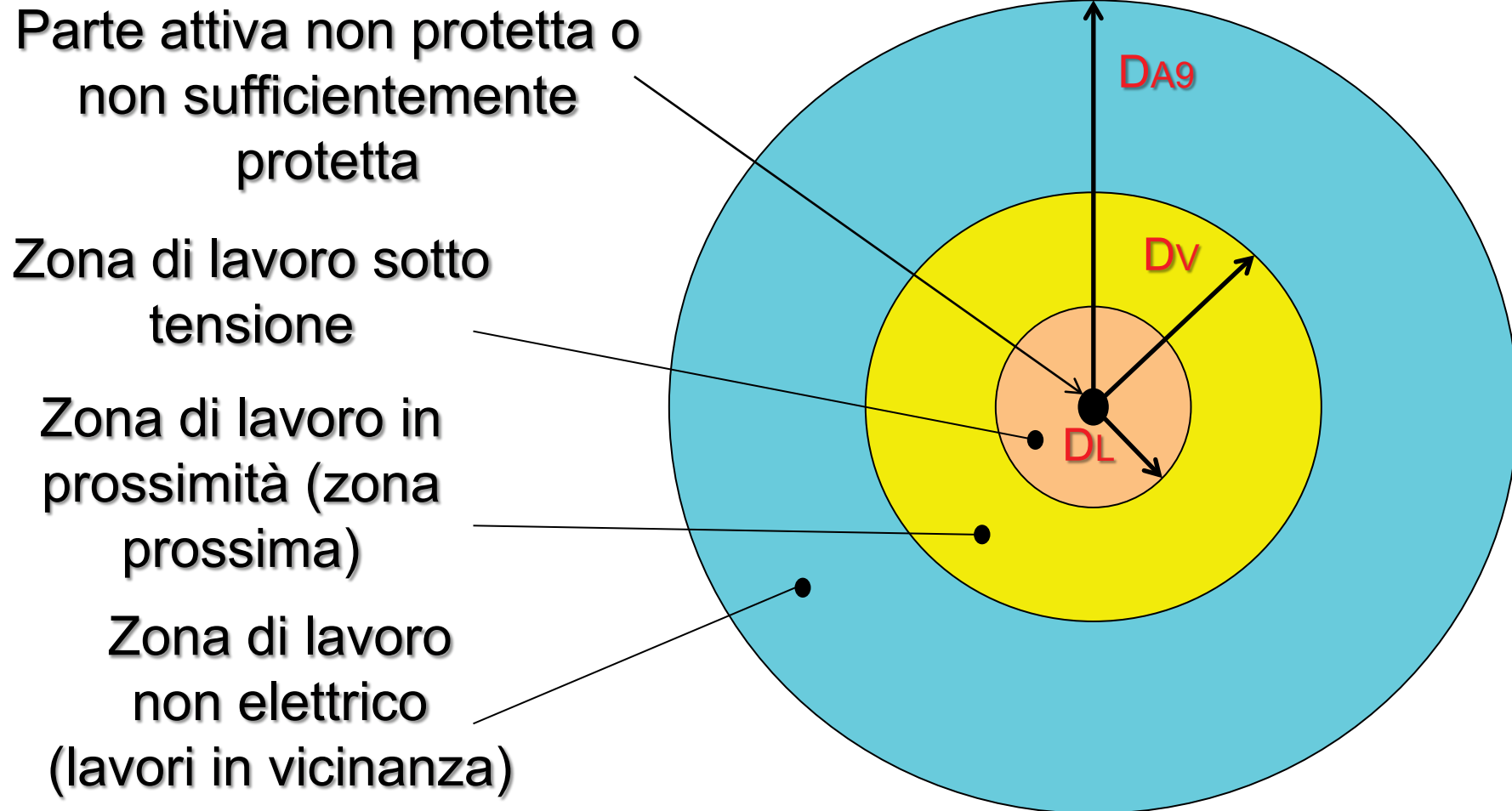
# LAVORI ELETTRICI

## Lavoro elettrico (Norma CEI 11-27; art. 3.4.2)

Lavoro svolto a distanza minore o uguale a  $D_V$  da parti attive accessibili di linee e di impianti elettrici o lavori fuori tensione sugli stessi <sup>(13)</sup>.

- (13) Per lavoro elettrico si intende qualsiasi attività lavorativa eseguita nella zona di lavoro sotto tensione o nella zona prossima in quanto, in esse, qualsiasi lavoratore può essere assoggettato a un rischio elettrico, sia che operi direttamente sulle parti attive in tensione o fuori tensione dell'impianto elettrico, sia che svolga lavori, in prossimità di un impianto elettrico, di natura non elettrica, come lavori di muratura, verniciatura, taglio rami, ecc.

# LAVORI ELETTRICI - Distanze $D_L$ $D_V$ $DA9$ - Norma CEI 11-27

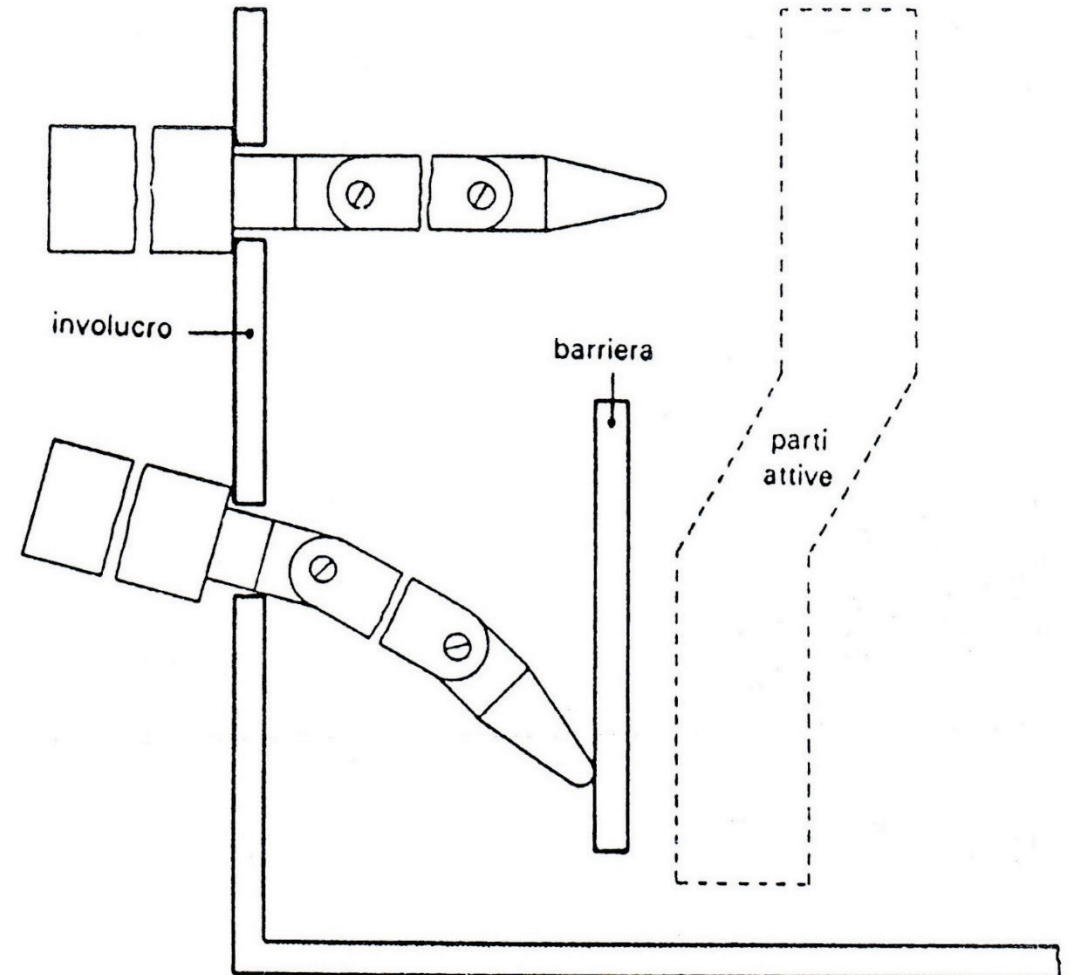


# LAVORI ELETTRICI - Distanze $D_L$ $D_V$ $DA9$ - Norma CEI 11-27

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 $DA9$ [mm]
≤ 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	750	1 750	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	-

# LAVORI ELETTRICI - parti attive accessibili

Esempio di parte attiva NON accessibile perché con grado di protezione  $IP \geq XXB$





# LAVORI IN VICINANZA

## D. Lgs. 81/2008- TITOLO IV, CAPO II. SEZIONE II CANTIERI TEMPORANEI O MOBILI

### **Art. 117. Lavori in prossimità di parti attive**

*1. Ferme restando le disposizioni di cui all'articolo 83, 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.*

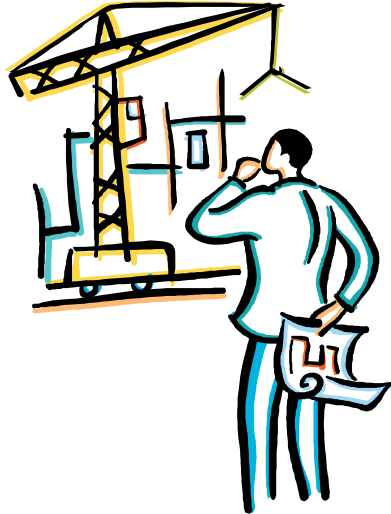
*2. La distanza di sicurezza deve essere tale che non possano avvenire contatti diretti o scariche pericolose per le persone tenendo conto del tipo di lavoro, delle attrezzature usate e delle tensioni presenti e comunque la distanza di sicurezza non deve essere inferiore ai limiti di cui all'allegato IX o a quelli risultanti dall'applicazione delle pertinenti norme tecniche.*

# LAVORI IN VICINANZA

**Tab. 1 allegato IX** – Distanze di sicurezza da parti attive di linee elettriche e di impianti elettrici non protette o non sufficientemente protette da osservarsi, nell'esecuzione di lavori non elettrici, al netto degli ingombri derivanti dal tipo di lavoro, delle attrezzature utilizzate e dei materiali movimentati, nonché degli sbandamenti laterali dei conduttori dovuti all'azione del vento e degli abbassamenti di quota dovuti alle condizioni termiche.

<b>Un (kV)</b>	<b>Distanza DA9 (m)</b>
$\leq 1$	3
$1 < Un \leq 30$	3,5
$30 < Un \leq 132$	5
$> 132$	7

# LAVORI IN VICINANZA



- Per i lavori svolti a distanza  $D_v < d < DA_9$  si devono a priori valutare le condizioni più sfavorevoli
- Se dalla valutazione risulta che **non è possibile con certezza** tenere macchine operatrici, persone, apparecchi di sollevamento, ponteggi, ecc. **fuori da  $D_v$**  si devono:

- attuare **barriere, ostacoli, blocchi**, ecc. per impedire l'accesso sotto distanza  $D_v$

**oppure**

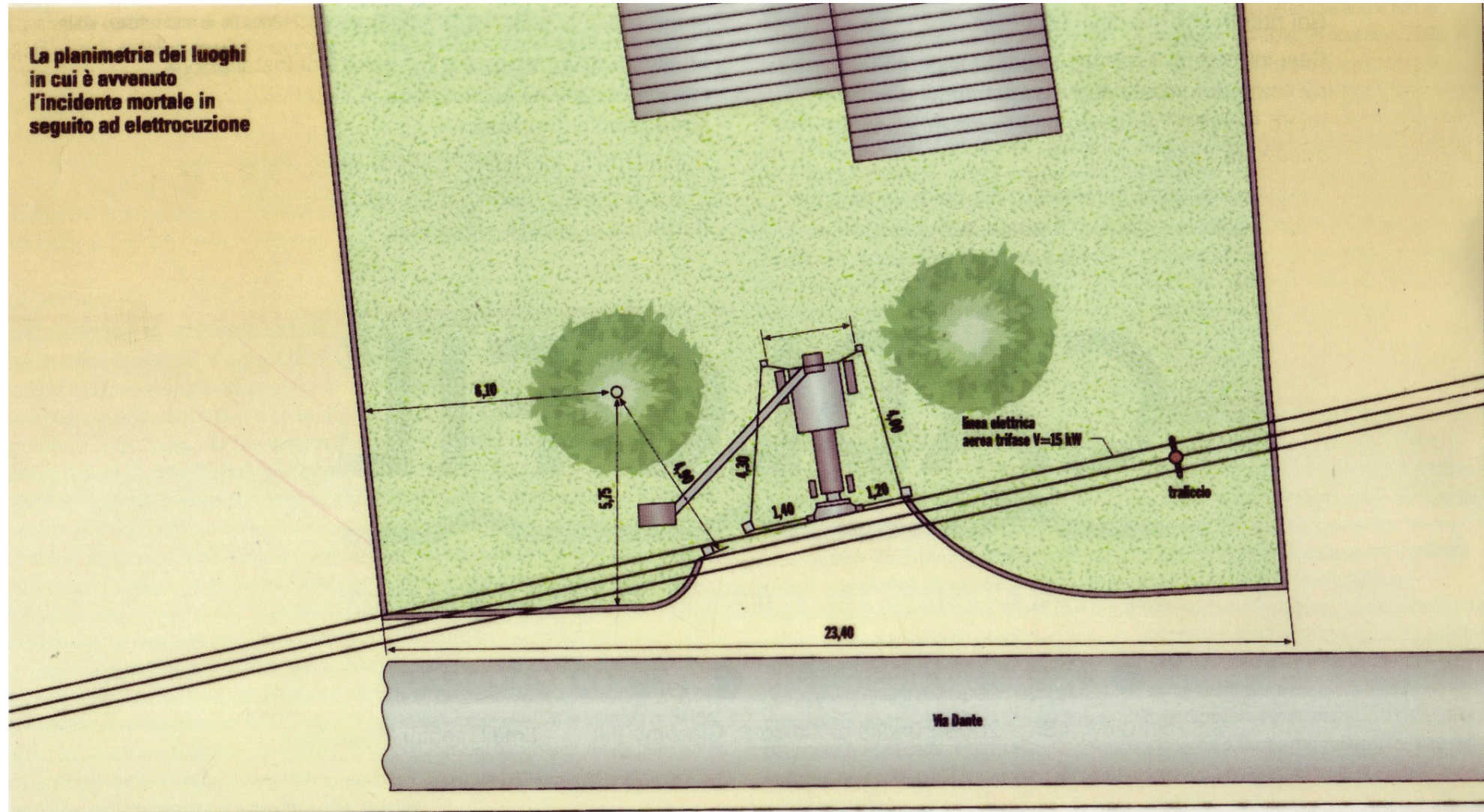
- **mettere fuori tensione e in sicurezza** la linea in accordo col gestore

# LAVORI IN VICINANZA

- 1) se operano **solo PES e PAV** non sono necessarie particolari misure di sicurezza, piani di lavoro o di intervento perché la loro competenza consente di operare senza scendere sotto  $D_V$ ,
- 2) se operano **anche PEC** un PES deve svolgere **supervisione** o un PES o un PAV deve svolgere **sorveglianza**: non sono necessari piani di lavoro o di intervento,
- 3) se operano **solo PEC** che operano con attrezzi o mezzi il cui uso comporta pericolo solo all'altezza da terra rispetto di una linea elettrica sovrastante, l'altezza da terra di mezzi o attrezzi (inclusa la persona e da quello che maneggia) non deve superare:
  - **4 m** per linee BT o MT ( $\leq 35$  kV)
  - **3 m** per linee AT ( $> 35$  kV)



# LAVORI IN VICINANZA





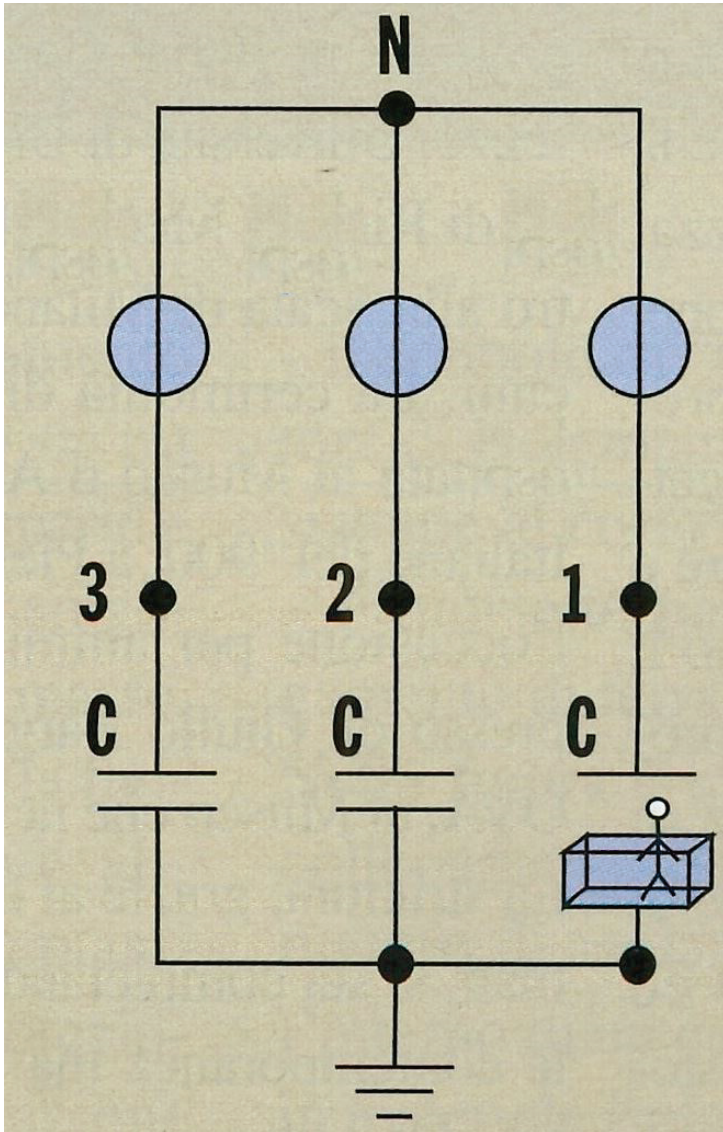
# LAVORI IN VICINANZA

D.P.R. 7 gennaio 1956 n°164





# LAVORI IN VICINANZA



Folgorazione provocata da una corrente capacitiva

Fine 1<sup>a</sup> parte

# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## **Impianto elettrico di cantiere**

L'insieme dei componenti elettrici, ubicati all'interno del recinto di cantiere, elettricamente associati in modo da rendere disponibile l'energia elettrica agli apparecchi utilizzatori del cantiere

## **Impianto elettrico fisso**

L'impianto fisso è costituito da componenti elettrici fissati in modo rigido a parti strutturali o a infrastrutture del cantiere

## **Impianto elettrico mobile**

L'impianto è mobile quando è costituito da componenti elettrici non fissati a parti strutturali o a infrastrutture del cantiere

# **SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA**

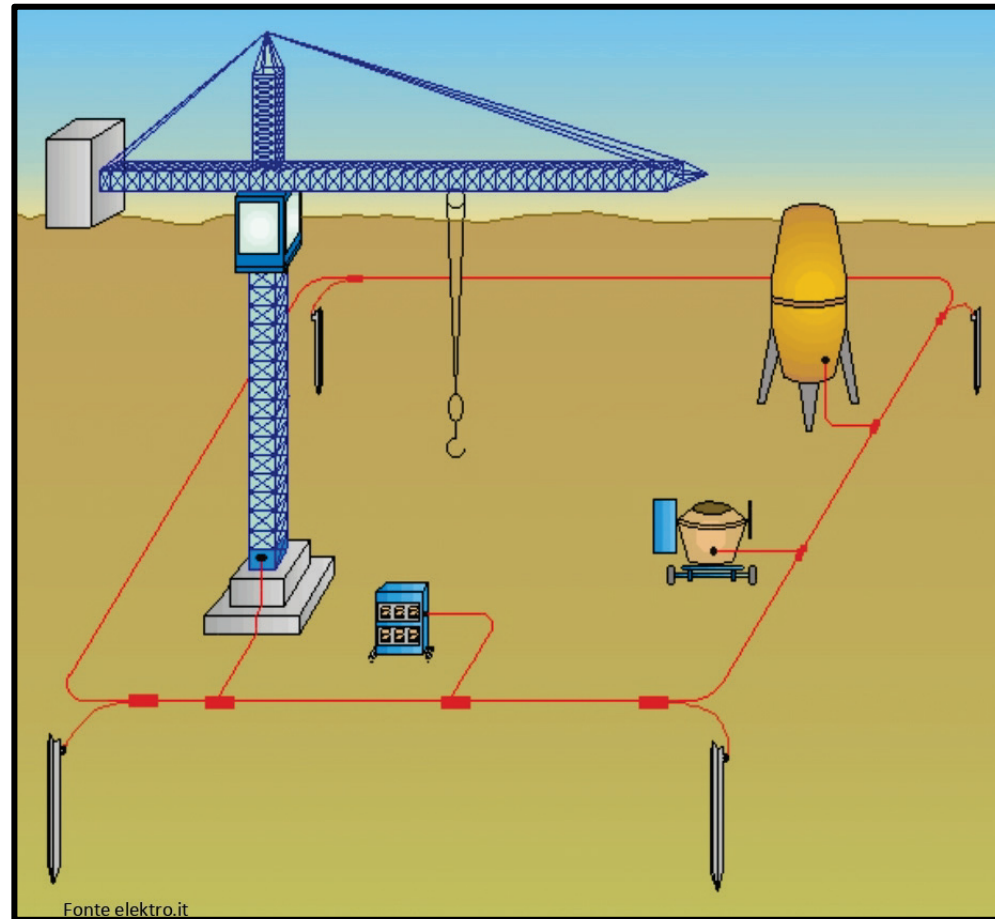
## **Alimentazione e sistemi di distribuzione**

**Alimentazione in BT**

**Alimentazione in MT**

**Autoproduzione  
(gruppo elettrogeno)**

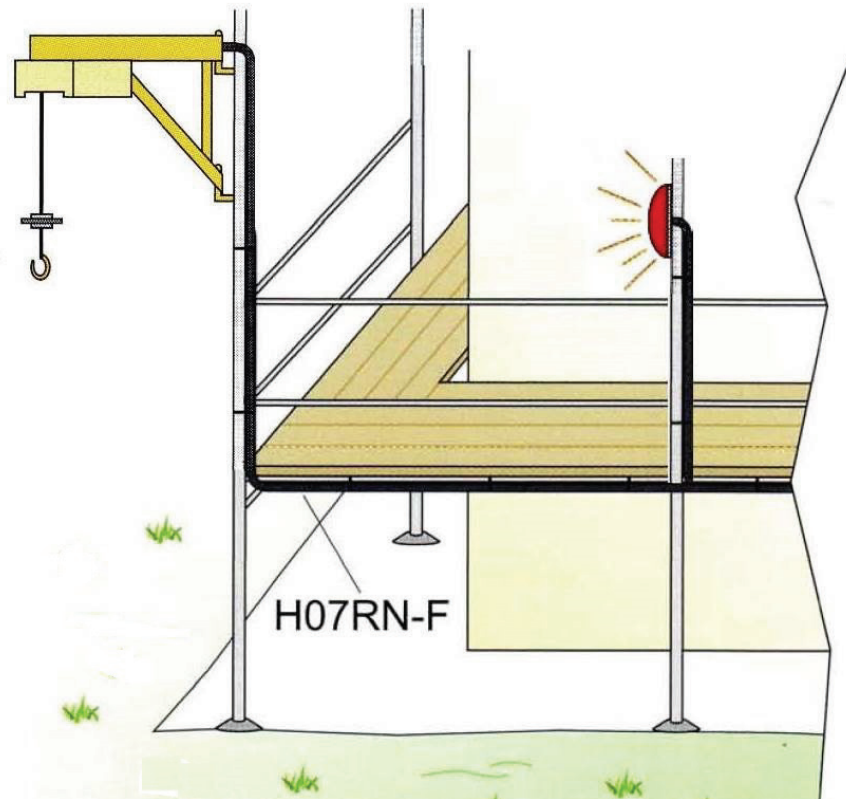
# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA



**Esempio di impianto di terra in un cantiere edile**

# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

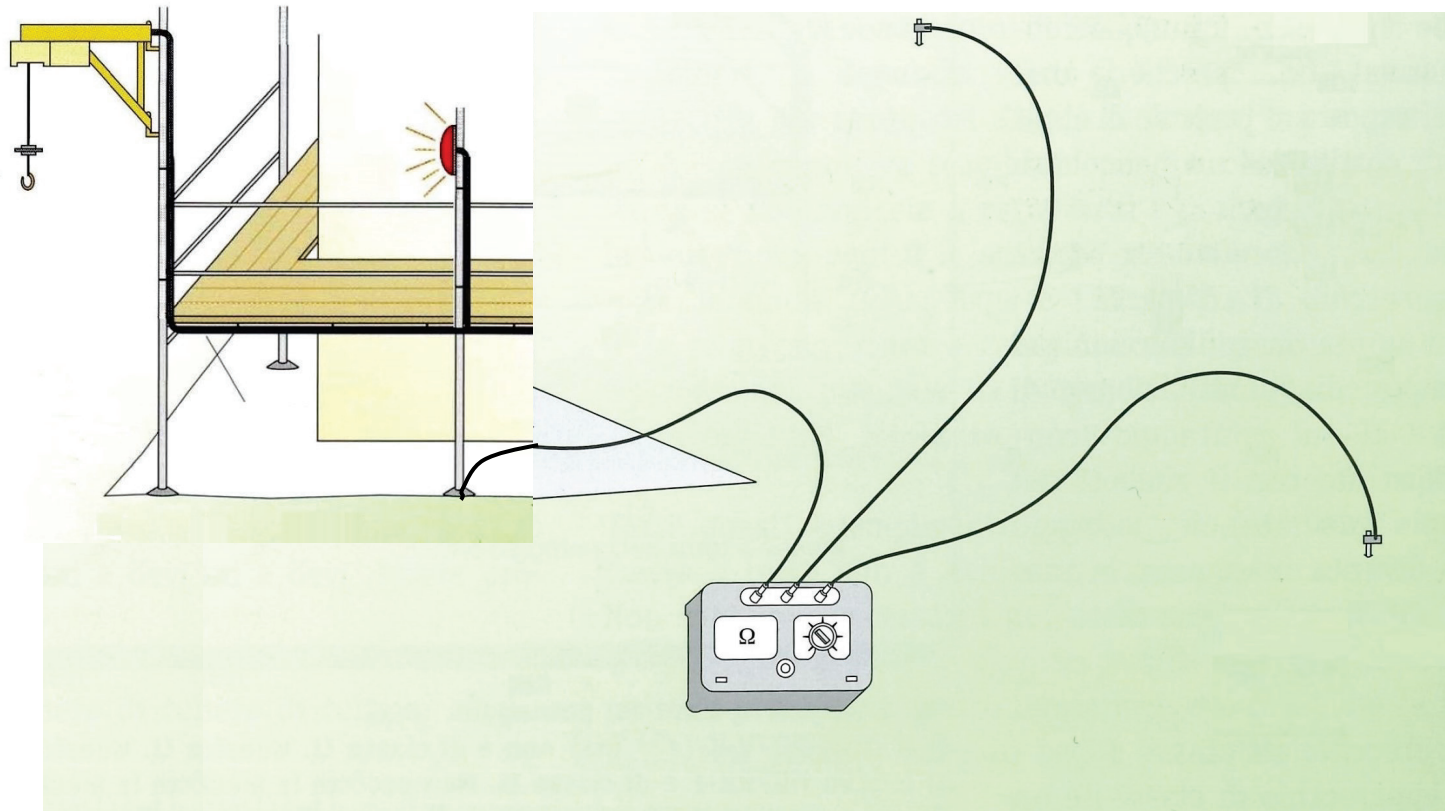
## Massa estranea: esempio



**Messa a terra del ponteggio.**

**Se il cavo è di classe II (ad esempio H07RN-F), l'apparecchio di illuminazione è anch'esso di classe II e il montacarichi è messo a terra tramite il PE del cavo di alimentazione; in questo caso non è necessaria la messa a terra del ponteggio.**

# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA





# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## Rischio di fulminazione

Il datore di lavoro deve effettuare una valutazione del rischio di fulminazione diretta ed indiretta delle strutture presenti in cantiere. Tale valutazione, prevista dagli articoli 80 e 84 del D.Lgs. 81/08, deve essere eseguita in conformità alle norme tecniche (Norma CEI EN 62305-2 “Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio”).

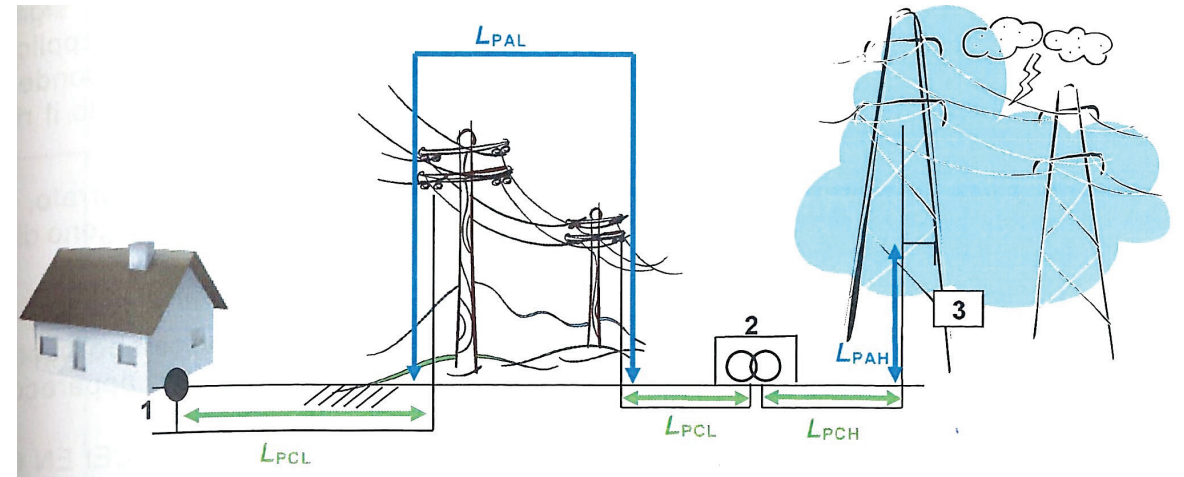


# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## Rischio di fulminazione

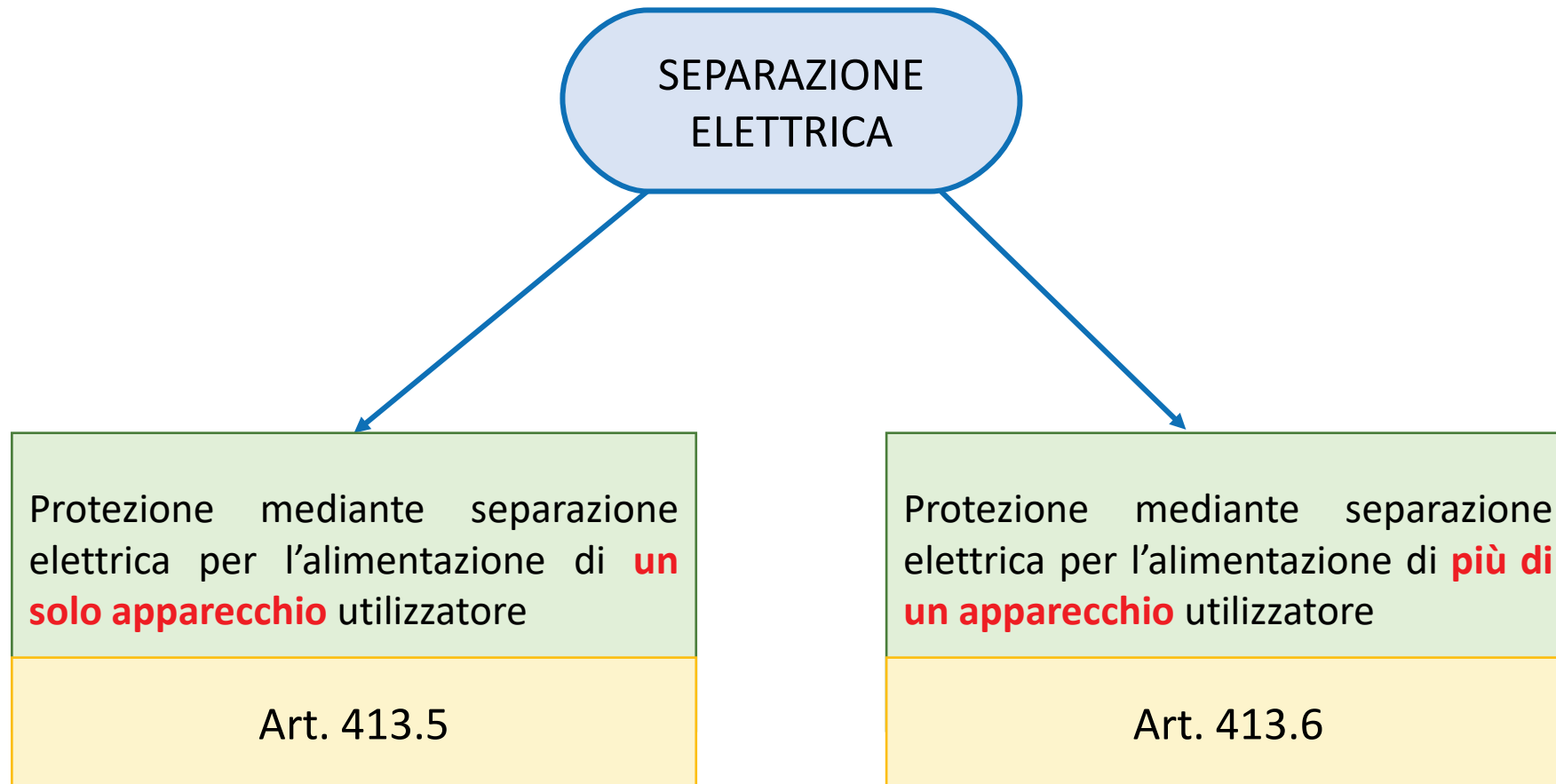
L'art. 443.5 della Norma CEI 64-8 precisa che *“il livello di rischio calcolato (CLR) viene utilizzato per determinare se è richiesta una protezione contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica”*.

Vale pertanto la seguente regola generale: il datore di lavoro, eventualmente tramite un suo tecnico, produce una dichiarazione che attesti, in seguito all'analisi svolta, che l'impianto di cantiere non necessita di un LPS ovvero, laddove tale impianto si rende necessario, il datore di lavoro provvede alla sua realizzazione, ne produce il progetto e, per cantieri di lunga durata (maggiore di 2 anni), provvede alle verifiche periodiche previste dal DPR 462/2001.



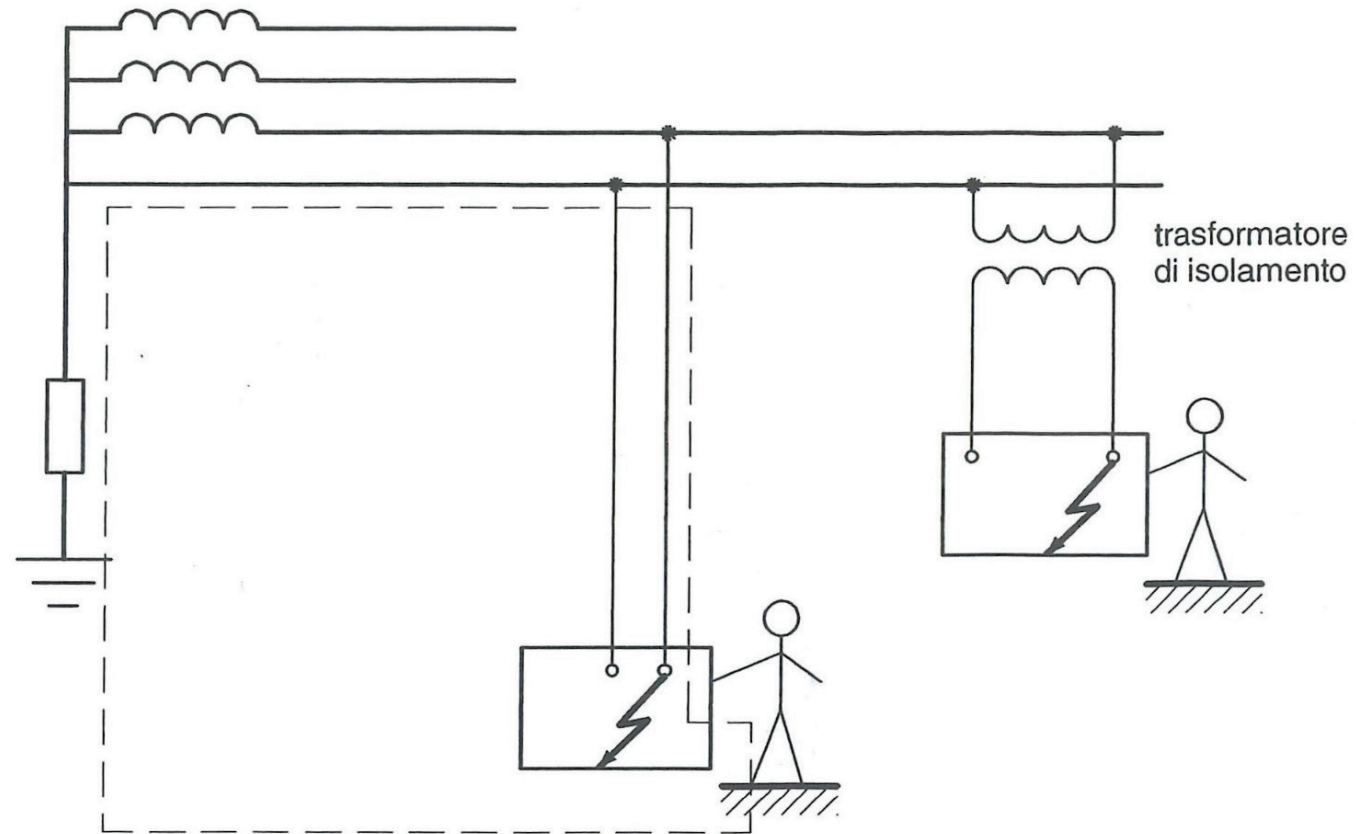
# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## PROTEZIONE MEDIANTE SEPARAZIONE ELETTRICA



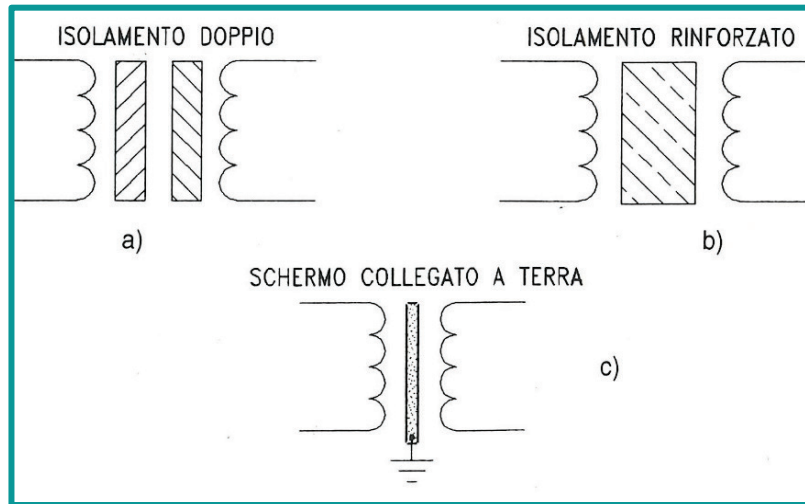
# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## PROTEZIONE MEDIANTE SEPARAZIONE ELETTRICA

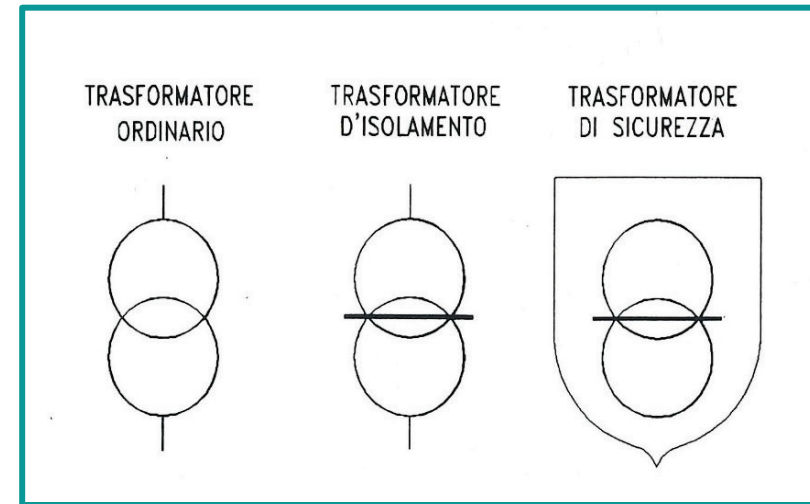


# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## PROTEZIONE MEDIANTE SEPARAZIONE ELETTRICA



Separazione tra gli avvolgimenti



Simboli grafici

# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## PROTEZIONE MEDIANTE SEPARAZIONE ELETTRICA

### Un solo apparecchio utilizzatore

- Il circuito separato deve essere alimentato mediante una sorgente con almeno separazione semplice e la tensione del circuito non deve superare 500 V.
- Le parti attive del circuito separato non devono essere collegate né ad alcun punto di altri circuiti, né a terra né ad un conduttore di protezione.
- I cavi flessibili devono essere ispezionabili in tutte le parti del loro percorso in cui possano essere danneggiati meccanicamente.
- Le masse del circuito separato non devono essere connesse intenzionalmente né ad un conduttore di protezione, né ad una massa di altri circuiti, né a masse estranee.



# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## PROTEZIONE MEDIANTE SEPARAZIONE ELETTRICA

### Più di un apparecchio utilizzatore

#### Oltre alle precedenti prescrizioni:

- Le masse del circuito separato devono essere collegate tra di loro per mezzo di conduttori di protezione isolati, non collegati a terra. Tali conduttori non devono essere collegati intenzionalmente a conduttori di protezione o a masse di altri circuiti o a qualsiasi massa estranea.
- Tutte le prese a spina devono essere provviste di contatti di terra che devono essere collegati al conduttore di protezione.
- Tutti i cavi flessibili che non alimentino componenti elettrici con isolamento doppio o rinforzato, devono incorporare un conduttore di protezione da utilizzare come conduttore di collegamento equipotenziale.
- Se si verificano due guasti su due masse che siano alimentate da conduttori di polarità diversa, un dispositivo di protezione deve assicurare l'interruzione dell'alimentazione in un tempo di interruzione in accordo con la Tabella 41A.
- Il prodotto della tensione nominale del circuito separato, in volt, per la lunghezza, in metri, della relativa conduttanza elettrica, non deve essere superiore a 100.000 Vm; la lunghezza della conduttanza non deve superare 500 m.

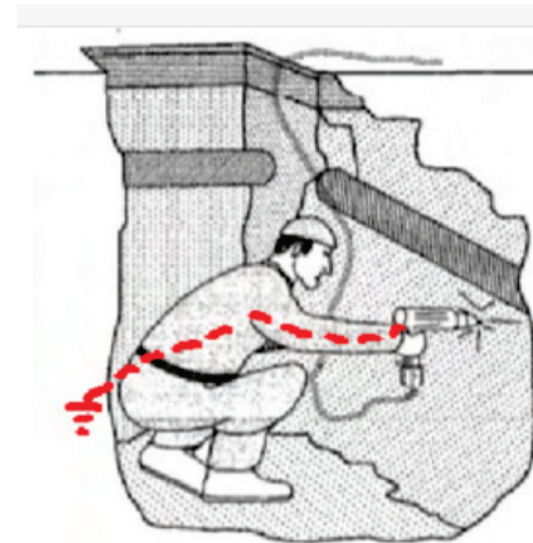
# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## LUOGHI CONDUTTORI RISTRETTI

Un luogo conduttore ristretto è un luogo, essenzialmente delimitato da superfici metalliche o altre parti conduttrici circostanti nel quale è probabile che una persona possa venire in contatto con tali superfici attraverso un'ampia parte del suo corpo, ed è limitata la possibilità di interrompere tale contatto.

Esempi:

i serbatoi metallici e le cavità entro strutture non isolanti le cui dimensioni siano tali che le persone che vi penetrano per effettuare lavori siano continuamente a contatto con le loro pareti.



# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## LUOGHI CONDUTTORI RISTRETTI

### Protezione contro i contatti diretti e indiretti

a) Per l'alimentazione di utensili portatili e di apparecchi di misura trasportabili o mobili:

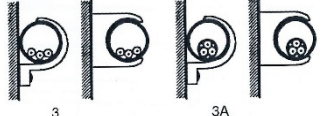

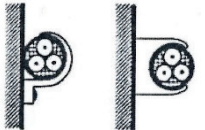
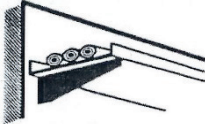
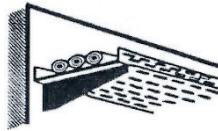
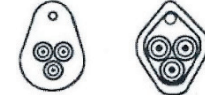
- con circuiti SELV; oppure
- separazione elettrica con la condizione che venga collegato un solo componente elettrico ad un avvolgimento secondario del trasformatore di isolamento.


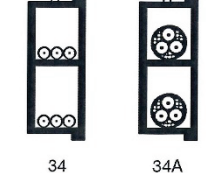
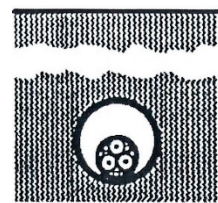
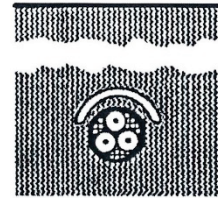
b) Per l'alimentazione di lampade portatili:

- circuiti SELV.

# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

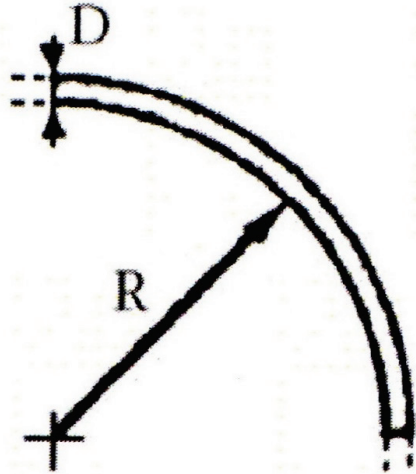
## CONDUTTURE E CAVI

Pose consigliate	N°	Rappresentazione Tab 52 c
Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti	3	
Cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti	3A	
Cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, e cavi con isolamento minerale: — posati su o distanziati da pareti	11	
Cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, e cavi con isolamento minerale: — su passerelle non perforate	12	
Cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, e cavi con isolamento minerale: — su passerelle perforate (o su reti metalliche) con percorso orizzontale o verticale	13	
Cavi unipolari con guaina (o multipolari) sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto	17	

Pose consigliate	N°	Rappresentazione Tab 52 c
Cavi senza guaina in canali sospesi	34	
Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali sospesi	34A	
Cavi unipolari con guaina e multipolari in tubi protettivi interrati od in cunicoli interrati	61	
Cavi multipolari (o unipolari con guaina) interrati con protezione meccanica addizionale	63	

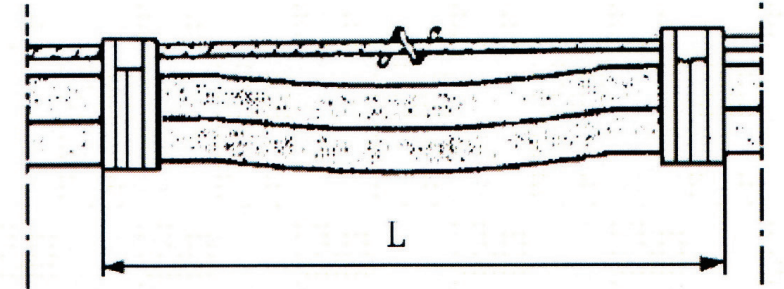
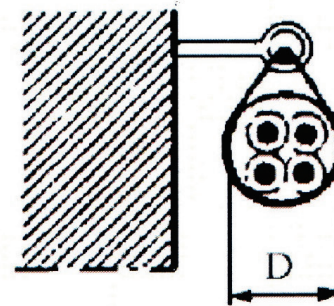
# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## CONDUTTURE E CAVI



Raggio minimo di curvatura

Devono essere rispettate le istruzioni fornite dal costruttore; per cavi non armati si consiglia che il raggio minimo di curvatura  $R$  superi di almeno 12 volte il diametro  $D$  del cavo



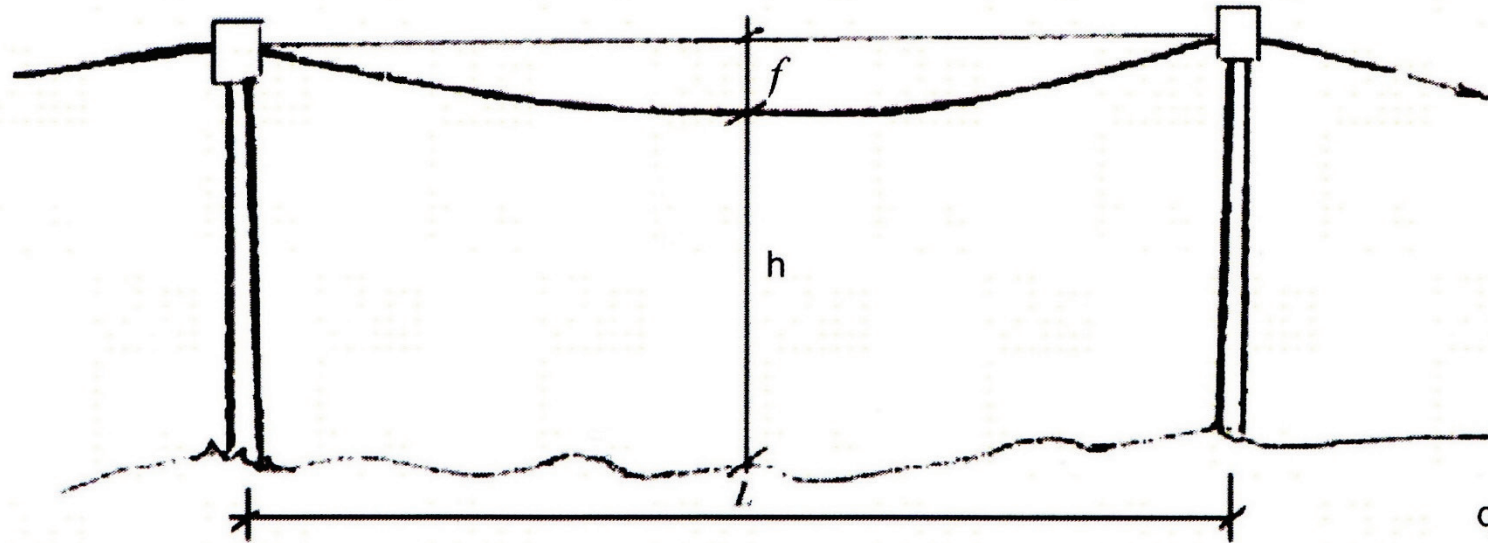
Esempio di posa su funi

Quando il cavo non è autoportante e viene sospeso a funi metalliche, le fasciature devono essere tali da non danneggiare il cavo e devono essere disposte almeno ogni due metri

# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## CONDUTTURE E CAVI

La posa su pali senza fune di sostegno è la più usata forma di realizzazione delle linee di cantiere. È una posa fissa.





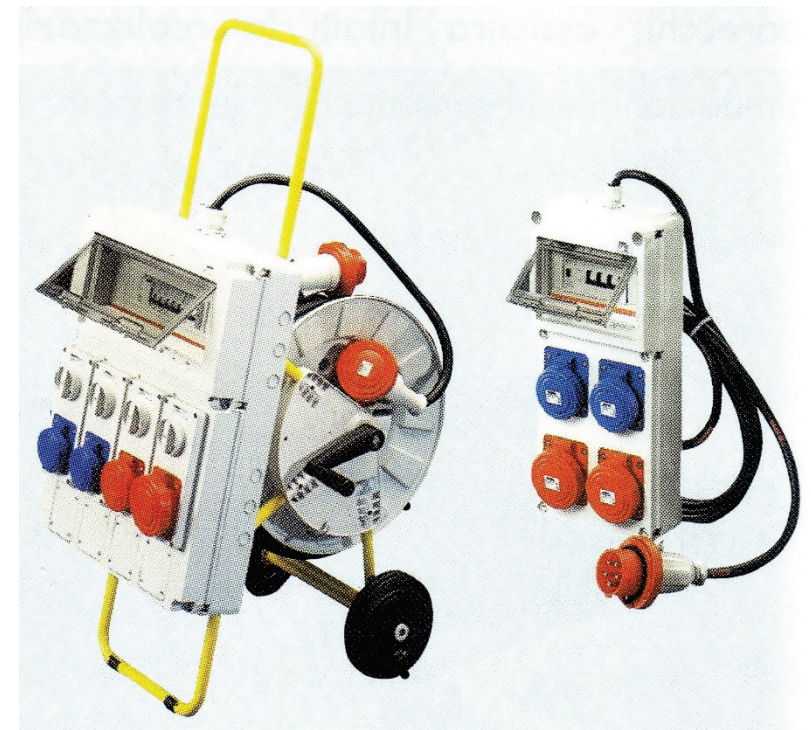
# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## Quadri elettrici

Devono essere costruiti e marcati CE nel rispetto della Norma CEI EN 61439-4 che prevede l'applicazione, oltre le regole generali della Norma CEI EN 61439-1, di particolari prescrizioni riguardanti:

- Impatto meccanico e resistenza agli urti
- Protezione contro la corrosione
- Resistenza alla radiazione ultravioletta
- Grado di protezione minimo IP44

Tipologie previste: fisso, trasportabile, mobile



# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## Prese a spina, avvolgicavi e cordoni prolungatori

### Prese a spina:

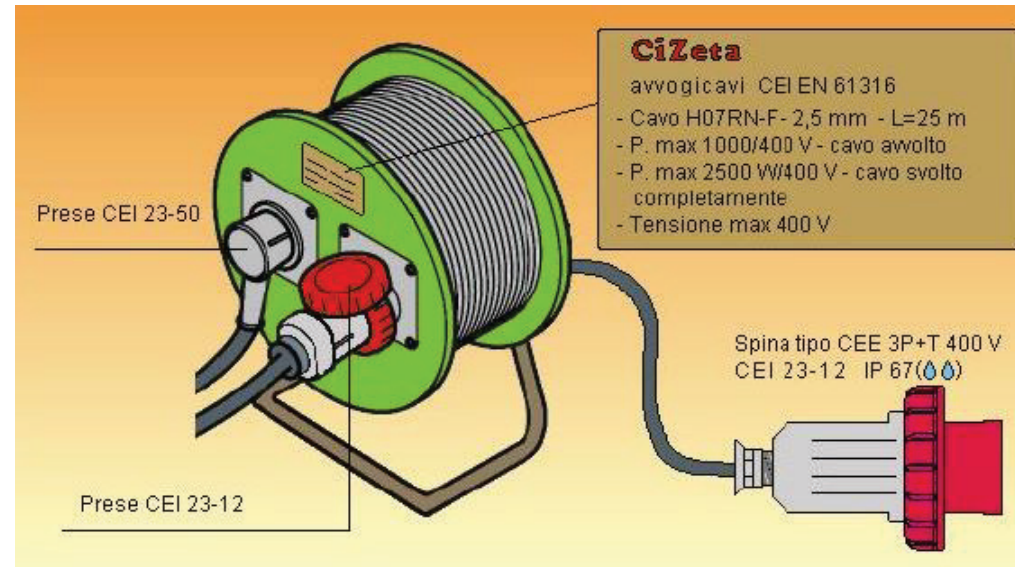
- protette da un differenziale, con  $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$  se  $I_n \leq 32 \text{ A}$ , oppure
- alimentate da sorgenti SELV, oppure
- utilizzare la separazione elettrica dei circuiti

### Avvolgicavo:

- sezioni minime: 2,5 - 6 -16 mm<sup>2</sup> rispettivamente per avvolgicavo da 16-21-63 A
- marchio costruttore e potenza massima prelevabile

### Cordoni prolungatori:

- consigliato IP66
- sezioni minime come per avvolgicavo



# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## Presenza di linee aeree

La presenza di linee aeree richiede un'attività di identificazione e tracciatura delle stesse in fase di progettazione e una serie di interventi (dalla de-energizzazione alla protezione) in fase di cantiere.

Le principali misure preventive da attuare sono:

- identificazione (Ente gestore, tensione) e tracciatura delle linee aeree rispetto ai lavori in progetto;
- tracciatura delle linee sulle tavole della logistica di cantiere al fine di valutare la distanza delle macchine operatrici dalle linee stesse;

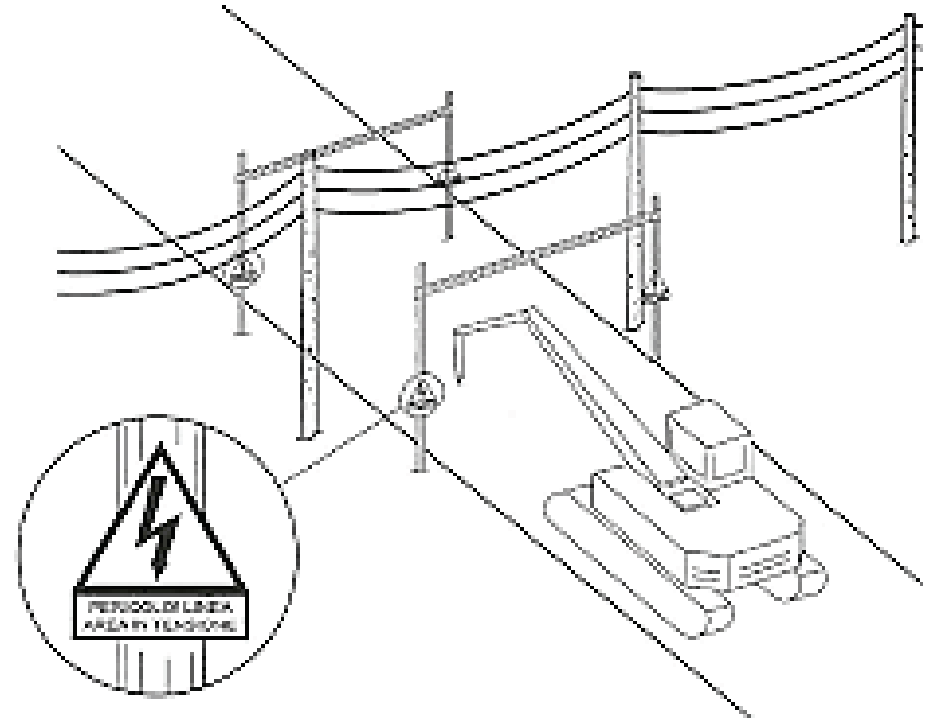
# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## Presenza di linee aeree

- per linee aeree a distanza da macchine operatrici minore di DA9 (Allegato IX del D.Lgs. 81/08), richiesta di fuori servizio delle linee;
- informazione di tutti gli operatori dei mezzi di cantiere circa la presenza delle linee e delle procedure da adottare;
- predisposizione di portali in attraversamento e in affiancamento a linee elettriche aeree;
- in fase di cantiere, implementazione della procedura di identificazione delle distanze di lavoro e di passaggio da linee aeree, prima dell'inizio delle attività di cantiere.

# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

Portali e linee di avvertimento con materiale non conduttivo, muniti di segnaletica ad alta visibilità per identificare e segnalare le linee elettriche aeree



# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## Linee elettriche interrato

Le linee interrato non presentano di per sé un rischio elettrico poiché sono integralmente protette dall'isolante e dall'eventuale guaina esterna nonché, nella maggioranza dei casi, collocate all'interno di tubazioni e/o cavidotti.

Il rischio pertanto deve essere valutato in relazione ad eventuali attività di scavo che non devono in alcun caso interessare e/o danneggiare la linea.

Nel caso invece sia necessario realizzare una posa interrato ai fini di una linea elettrica di cantiere, la profondità di posa deve risultare non inferiore a 0,5 m e la linea deve essere protetta meccanicamente. Si consiglia inoltre di interporre un nastro di segnalazione a circa 0,2 m sopra il cavo. Se la profondità di posa è inferiore, i cavi devono essere muniti di armatura metallica.

Sollecitazione a trazione. In alcune pose o recuperi e 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 di rame (esempio: in presenza di un cavo da 4 x 10 mm<sup>2</sup> si deve applicare una trazione inferiore a 2.000 N, ovvero inferiore a 200 kg).



# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## Linee elettriche interrato

Prima di iniziare lavori di scavo:

- identificazione dei sottoservizi;
- richiedere il coordinamento agli Enti proprietari delle linee interrato in fase di progettazione e la redazione della planimetria dei sottoservizi;
- richiedere di porre fuori tensione le linee.

# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## Linee elettriche interrante.

Laddove necessario:

- effettuare una verifica della posizione dei sottoservizi con un rilevatore portatile di identificazione cavi



# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## Linee elettriche interrante

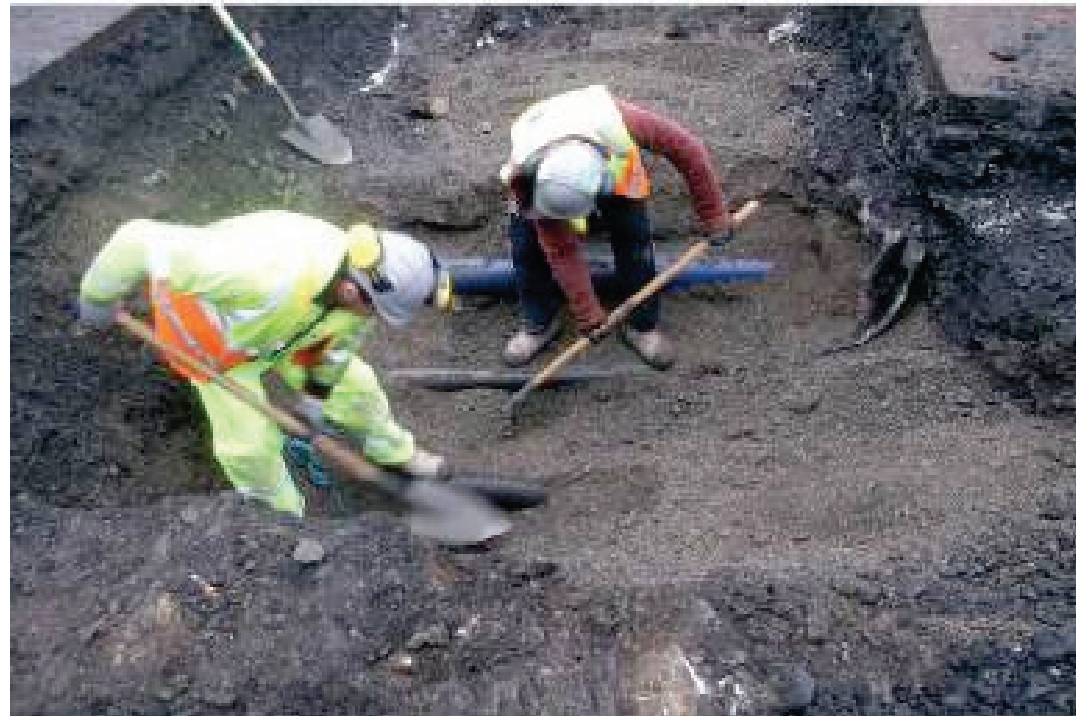
- prescrivere lo scavo a risucchio



# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## Linee elettriche interrato

- prescrivere lo scavo a mano



# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## Documentazione

L'impresa che installa l'impianto elettrico di cantiere, prima della messa in esercizio dell'impianto, deve rilasciare al Committente dell'impianto e in copia al CSE, la dichiarazione di conformità come previsto all'art. 7 del DM 37/2008. Per gli impianti di cantiere non vi è l'obbligo di progetto (art. 10, DM 37/2008).

Inoltre, la messa in esercizio degli impianti elettrici di terra e dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche non può essere effettuata prima della verifica eseguita dall'installatore che deve rilasciare la dichiarazione di conformità anche per tali impianti ai sensi della normativa vigente. La dichiarazione di conformità equivale a tutti gli effetti all'omologazione dell'impianto (art. 2, DPR 462/2001).

# SICUREZZA IN CANTIERE - LINEE GUIDA

## Documentazione - D.M. 37/2008

### Articolo 1, comma 1

Il presente decreto si applica agli impianti posti al servizio degli edifici, indipendentemente dalla destinazione d'uso, collocati all'interno degli stessi o delle relative pertinenze. Se l'impianto è connesso a reti di distribuzione si applica a partire dal punto di consegna della fornitura.

### Articolo 10, comma 2

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 similari, fermo restando l'obbligo del rilascio della dichiarazione di conformità.



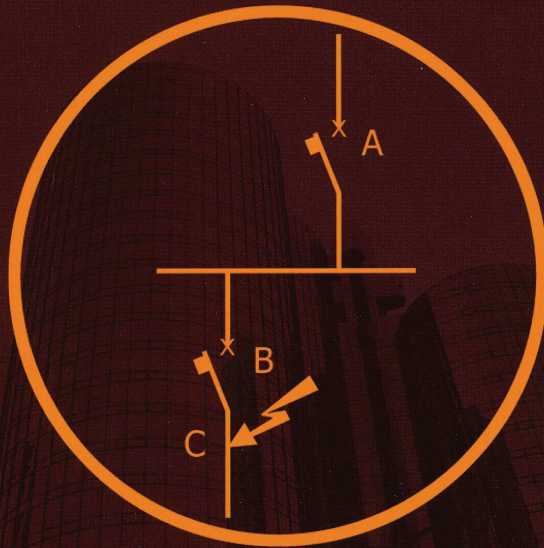


COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

ANTONIO PORRO - LUIGI MUZZINI

## PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI A BASSA TENSIONE

2



Per chi desidera  
approfondire

Grazie dell'attenzione