

IMPIANTI ELETTRICI NEI CANTIERI



Relatore: ing. Antonio Porro ing.porro@opan.it

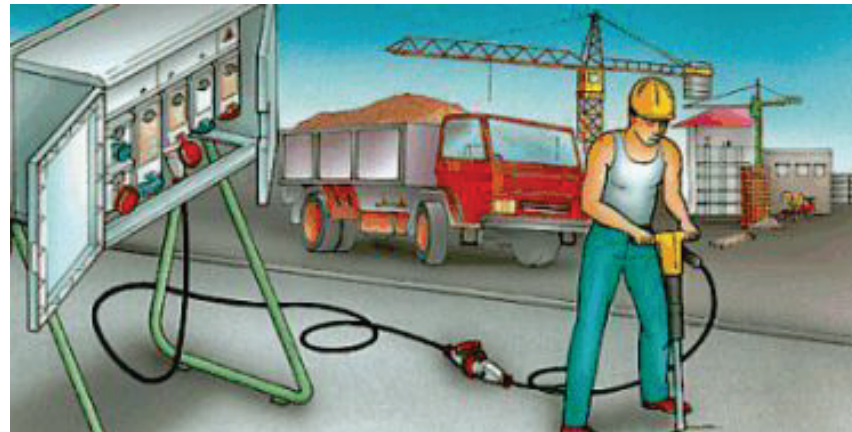
Lecco, 23/09/2022

IMPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

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

Fanno parte dell'impianto di cantiere anche i componenti elettrici alimentati tramite prese a spina ad eccezione degli apparecchi utilizzatori.

NOTA Si considera parte dell'impianto elettrico di cantiere anche l'eventuale tratto della linea di alimentazione esterno al recinto di cantiere



IMPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

**Impianto elettrico
di cantiere**

FISSO

Impianto elettrico di cantiere costituito da componenti elettrici fissati in modo rigido a parti strutturali od infrastrutture del cantiere.

NOTA L'impianto elettrico fisso di cantiere può essere costituito anche da parti trasportabili, cioè da parti che possono essere spostate dopo essere state scollegate dall'alimentazione.

MOVIBILE

Impianto elettrico di cantiere costituito da componenti elettrici non fissati a parti strutturali od infrastrutturali del cantiere.

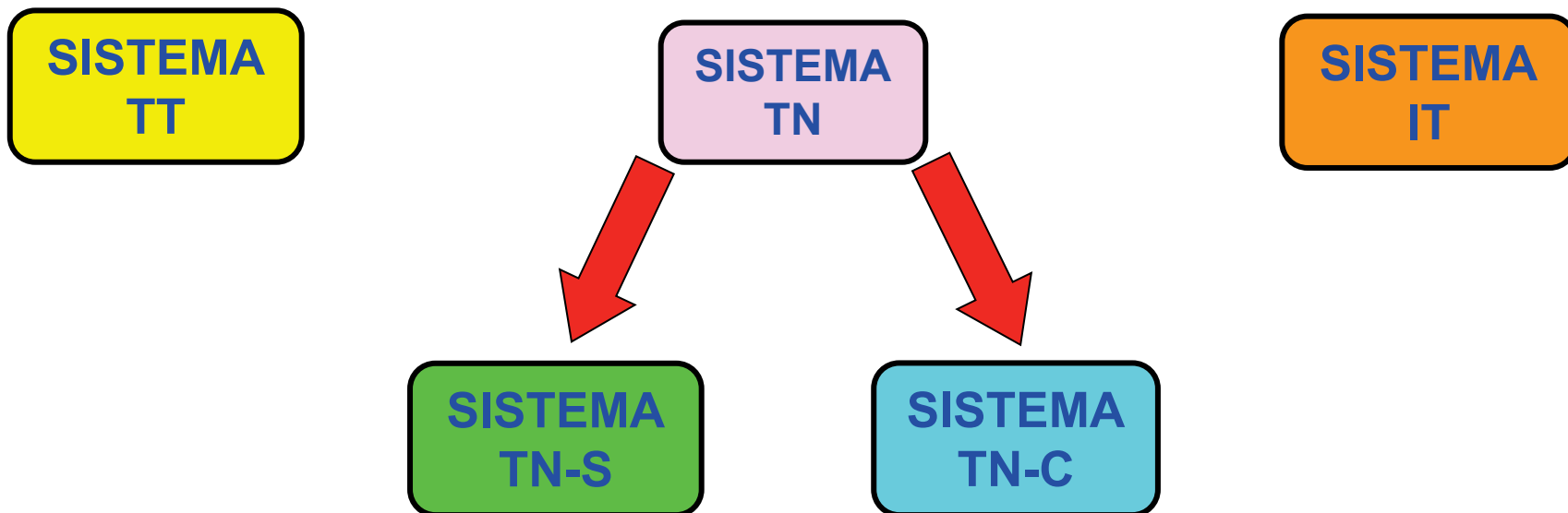
**Apparecchio
mobile/portatile**

Apparecchio utilizzatore (mobile) destinato ad essere sorretto dalla mano durante il suo impiego ordinario, nel quale il motore, se esiste, è parte integrante dell'apparecchio.

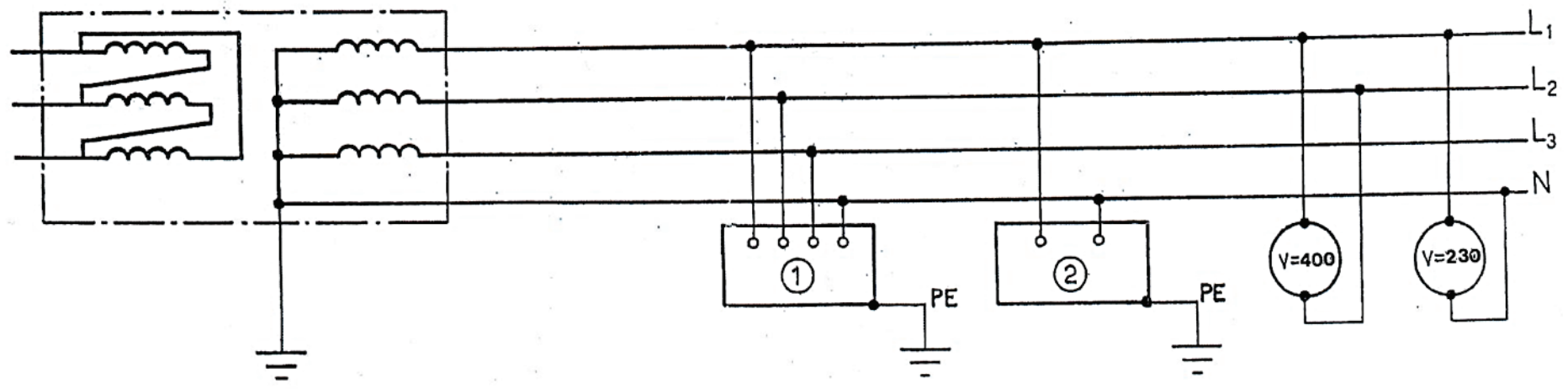
ALIMENTAZIONE E SISTEMI DI DISTRIBUZIONE

Il cantiere può essere alimentato sia da una rete di alimentazione a bassa tensione (sistema di I categoria) o a media tensione (sistema di II categoria), sia mediante autoproduzione con gruppi generatori.

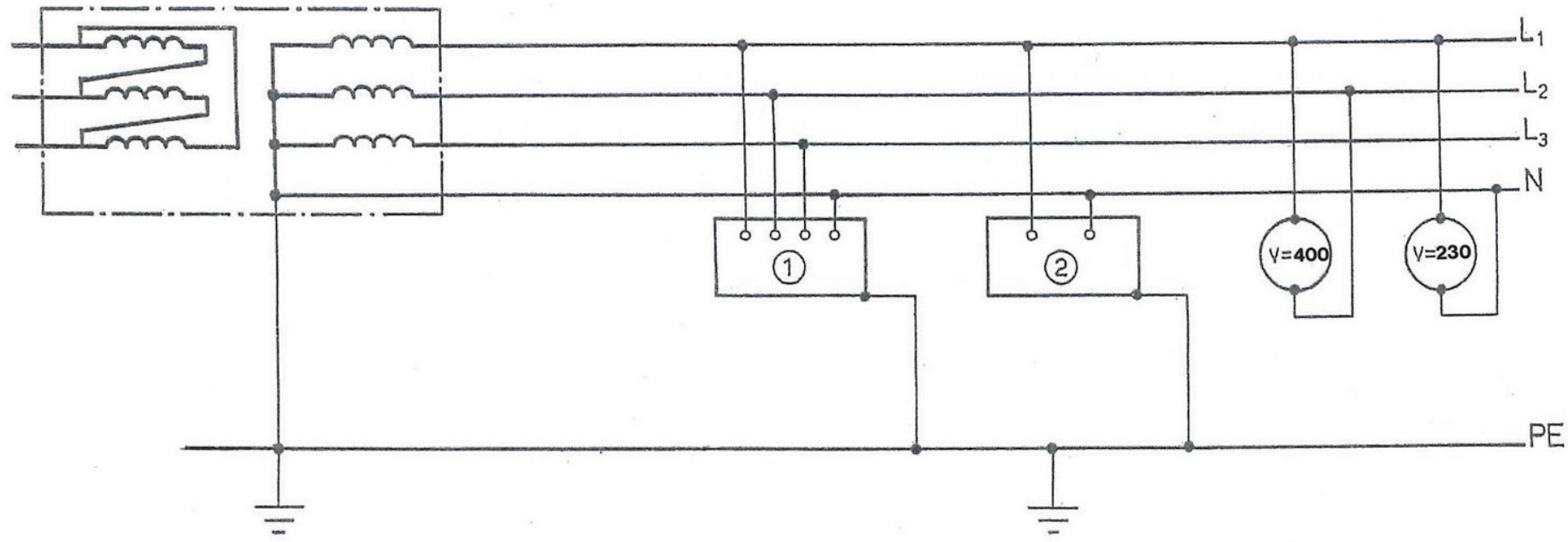
L'alimentazione viene inoltre definita in funzione del sistema di conduttori attivi (monofase o trifase) e del modo di collegamento a terra.

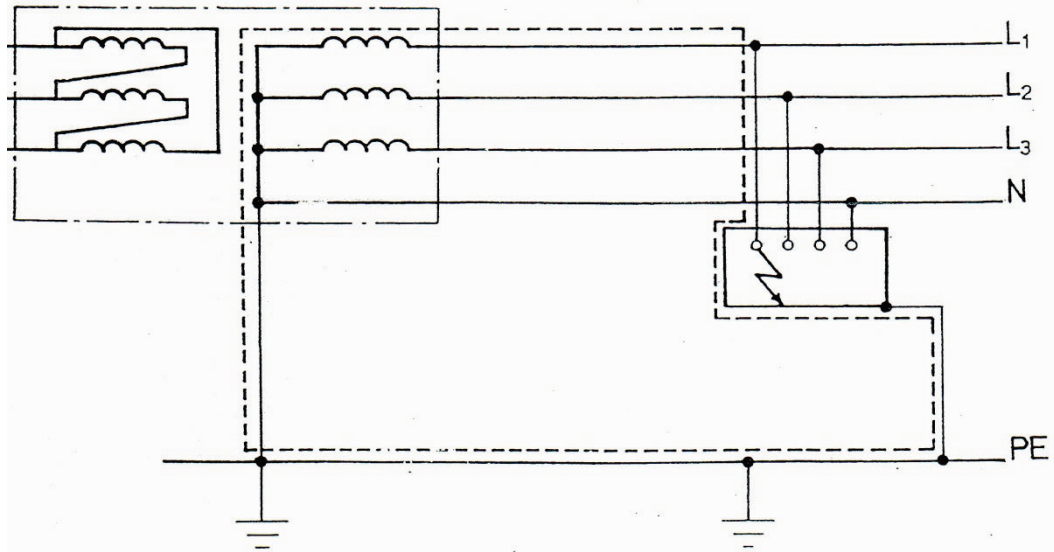
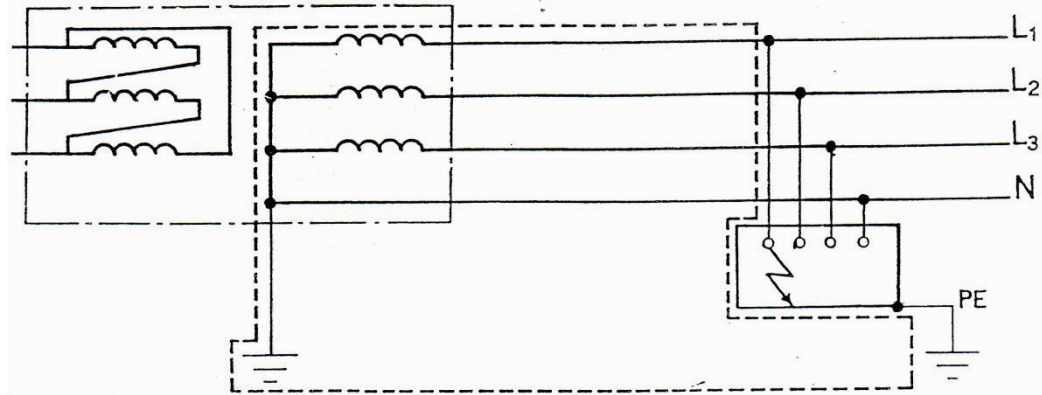


SISTEMA TT



SISTEMA TN-S





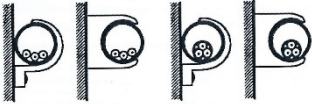

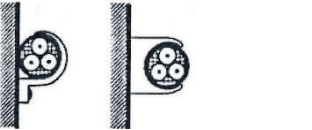
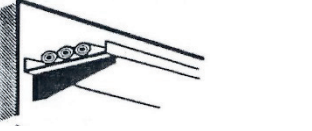


IMPIANTO ELETTRICO: ALIMENTAZIONE E STRUTTURA


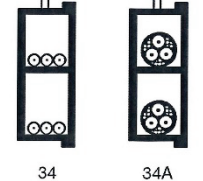
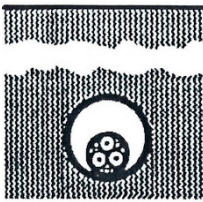
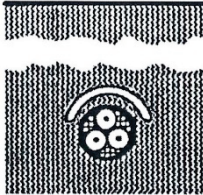
Ulteriori opzioni per cantieri edili

- Gruppi generatori utilizzati in isola o come riserva, in alternativa alla rete pubblica
- Prese a spina di un impianto esistente



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	

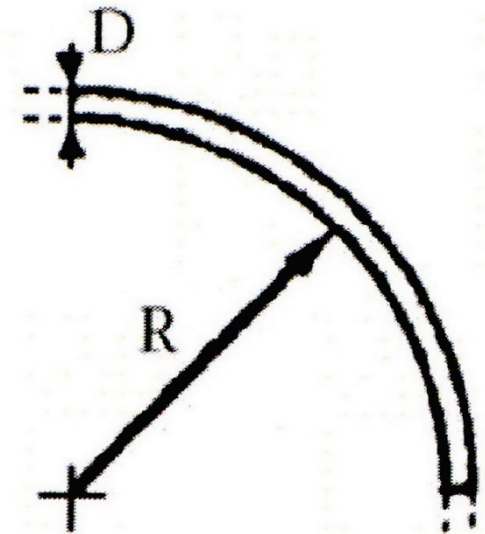
Pose consigliate	N°	Rappresentazione Tab 52 c
Cavi senza guaina in canali sospesi	34	
Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali sospesi	34A	
Cavi unipolari con guaina e multipolari in tubi protettivi interrati od in cunicoli interrati	61	
Cavi multipolari (o unipolari con guaina) interrati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

CONDUTTURE E CAVI

Modalità di posa		Posa fissa				Posa mobile
		Tubi protettivi e canali	Passerelle e funi	Interrato		
				Tubi protettivi	Con protezione meccanica	
		3 3A 34 34A	11 12 13 17 34 34A	61	63	
Tipo	Tensioni					
N07V-K	450/750 V	SI	NO	NO	NO	NO
H07BQ-F	450/750 V	SI	SI	NO	NO	SI
H07RN-F	450/750 V	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

CONDUTTURE E CAVI

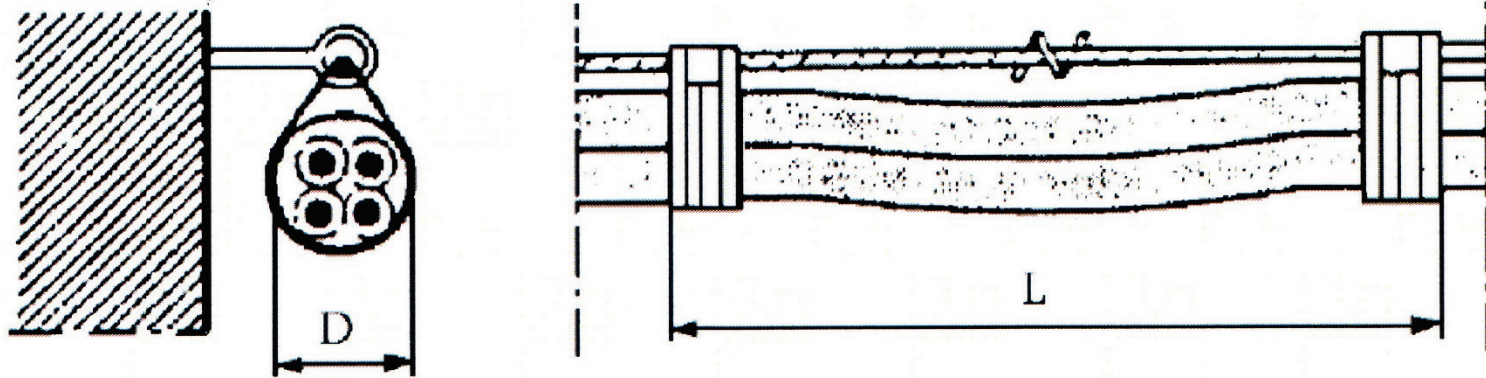
Devono essere rispettate le istruzioni fornite dal costruttore; per cavi non armati si consiglia che il raggio minimo di curvatura R superi di almeno 12 volte il diametro D del cavo



Raggio minimo di curvatura

CONDUTTURE E CAVI

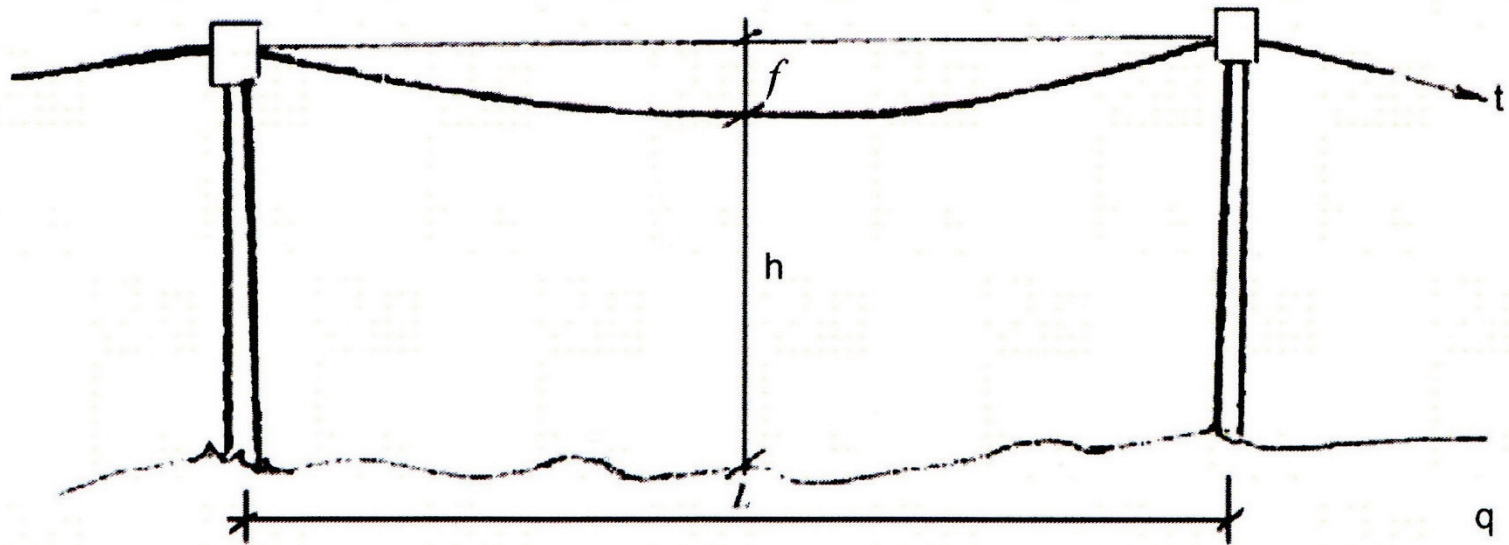
Quando il cavo non è autoportante e viene sospeso a funi metalliche, le fasciature devono essere tali da non danneggiare il cavo e disposte almeno ogni due metri



Esempio di posa su funi

CONDUTTURE E CAVI

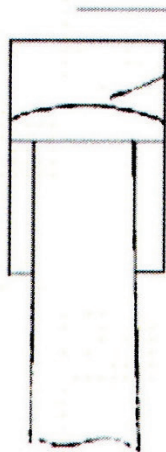
La posa su pali senza fune di sostegno è la più usata forma di realizzazione delle linee di cantiere. È una posa fissa.



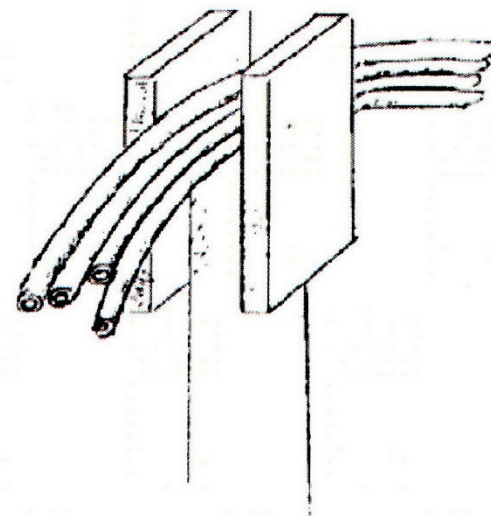
CONDUTTURE E CAVI

Per questa posa non è ammesso il sostegno a mezzo di legacci in filo di ferro che rischiano di tagliare la guaina e l'isolante; il cavo deve essere sostenuto da selle in legno o altro materiale, prive di spigoli ed altri elementi taglienti.

particolare di sella di appoggio



$$R \geq \frac{t}{4000}$$



QUADRI ELETTRICI

Quadri elettrici per cantieri

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:

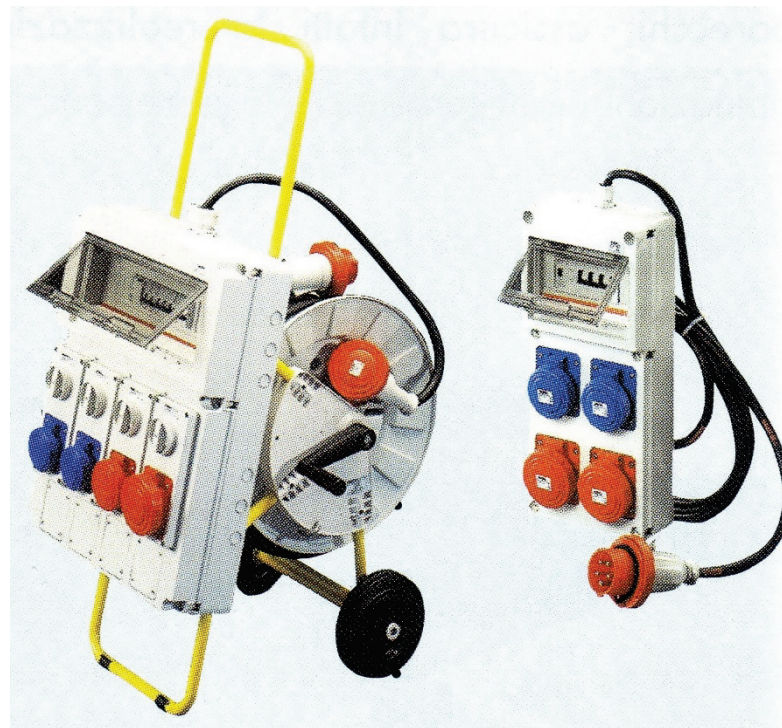
- Impatto meccanico e resistenza agli urti
- Protezione contro la corrosione
- Resistenza alla radiazione ultravioletta
- Grado di protezione minimo IP44

QUADRI ELETTRICI

Quadri elettrici per cantieri

La Norma CEI EN 61439-4 prevede le seguenti tipologie di quadri:

- Fisso
- Movibile
- Trasportabile
- Mobile



QUADRI ELETTRICI

Targa dell'ASC

Sulla targa, visibile e leggibile quando l'ASC è installato e in esercizio, devono esserci le seguenti informazioni:

- a) nome o marchio di fabbrica del costruttore del QUADRO
- b) indicazione del tipo o numero di identificazione o altro mezzo di identificazione che permetta di ottenere dal costruttore del QUADRO le informazioni pertinenti
- c) mezzi di identificazione della data di costruzione
- d) IEC 60439-4
- e) tipo di corrente (e frequenza in caso di c.a.)
- f) tensione nominale (U_n) (dell'ASC)
- g) corrente nominale dell'ASC (I_{nA})
- h) grado di protezione
- i) massa, quando superiore a 30 kg

Nota: se l'indicazione del nome o del marchio di fabbrica del costruttore appare sull'ASC, essa non deve essere riportata sulla targa

QUADRI ELETTRICI

Raccomandazioni per quadri ASC

La guida CEI 64-17, all'art. 7.3, ricorda che ogni ASC si compone di:

- **Unità di entrata che contiene:**
 - un dispositivo di sezionamento che deve poter essere bloccato in posizione di aperto;
 - un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti (che può essere omesso quando tale protezione è assicurata dal quadro a monte).
- **Unità di uscita con:**
 - dispositivi di manovra con azionamento simultaneo dei contatti di fase, facilmente accessibili senza l'uso di chiavi o attrezzi;
 - dispositivi di protezione da sovracorrenti;
 - dispositivi di protezione contro i contatti diretti e indiretti (differenziale con $I_{dn} \leq 30$ mA se si proteggono prese a spina con corrente nominale non superiore a 32 A).

PRESE A SPINA, AVVOLGICAVI E CORDONI PROLUNGATORI

Prese a spina:

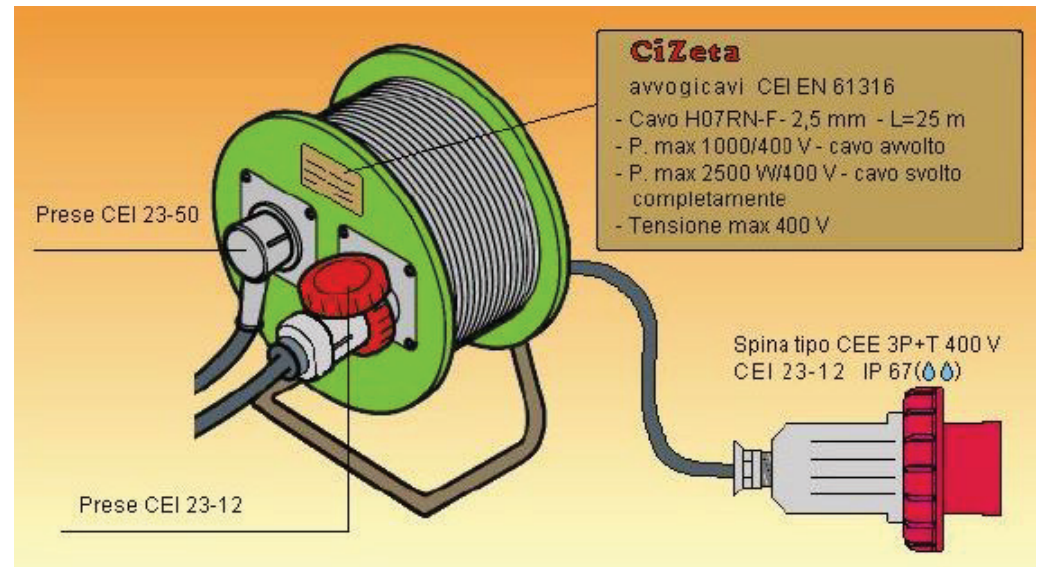
- protette da un differenziale, con $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$ se $I_n \leq 32 \text{ A}$, oppure
- alimentate da sorgenti SELV, oppure
- utilizzare la separazione elettrica dei circuiti

Avvolgicavo:

- sezioni minime: 2,5 - 6 -16 mm² rispettivamente per avvolgicavo da 16-21-63 A
- marchio costruttore e potenza massima prelevabile

Cordoni prolungatori:

- consigliato IP66
- sezioni minime come per avvolgicavo



PRESE A SPINA, AVVOLGICAVI E CORDONI PROLUNGATORI

Lunghezze del cavo consigliate degli avvolgicavi

Cavo	Sezione (mm ²)	Corrente nominale A	Lunghezza (m)
monofase	1,5	10	20
monofase	2,5	16	30
trifase	2,5	16	50
trifase	6	32	60

ILLUMINAZIONE DI CANTIERE

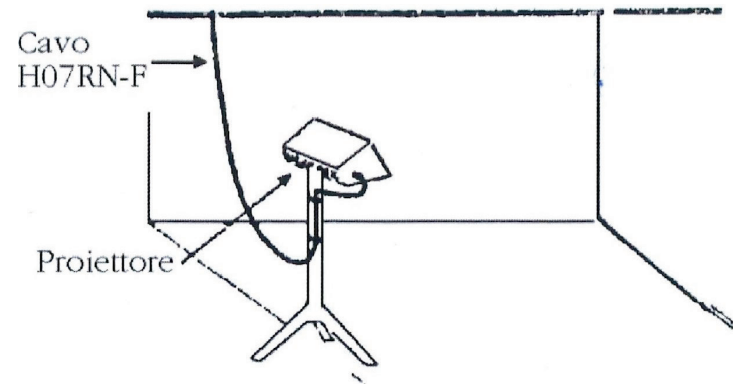
Impianti fissi:

- grado di protezione consigliato \geq IP44
- protezione contro i contatti accidentali e gli urti
- non devono risultare d'intralcio
- i proiettori non devono abbagliare

ILLUMINAZIONE DI CANTIERE

Impianti trasportabili:

- possono essere trasportati solo dopo aver disattivato l'alimentazione
- le lampade devono essere protette da schermi adeguati
- consigliati apparecchi di classe II
- cavi idonei alla posa mobile (tipo H07RN-F)



ILLUMINAZIONE DI CANTIERE

Apparecchi di illuminazione portatile:

Gli apparecchi di illuminazione portatili devono essere conformi alla Norma CEI EN 60598-2-8, ed avere almeno le seguenti caratteristiche:

- impugnatura in materiale isolante;
- parti in tensione o che possono entrare in tensione completamente protette;
- protezione meccanica della lampada.

Si consiglia un grado di protezione minimo di IP44 (anche verso la lampada).

Apparecchi di illuminazione portatili se utilizzati in luoghi conduttori ristretti debbono essere alimentate con circuiti a bassissima tensione di sicurezza SELV.



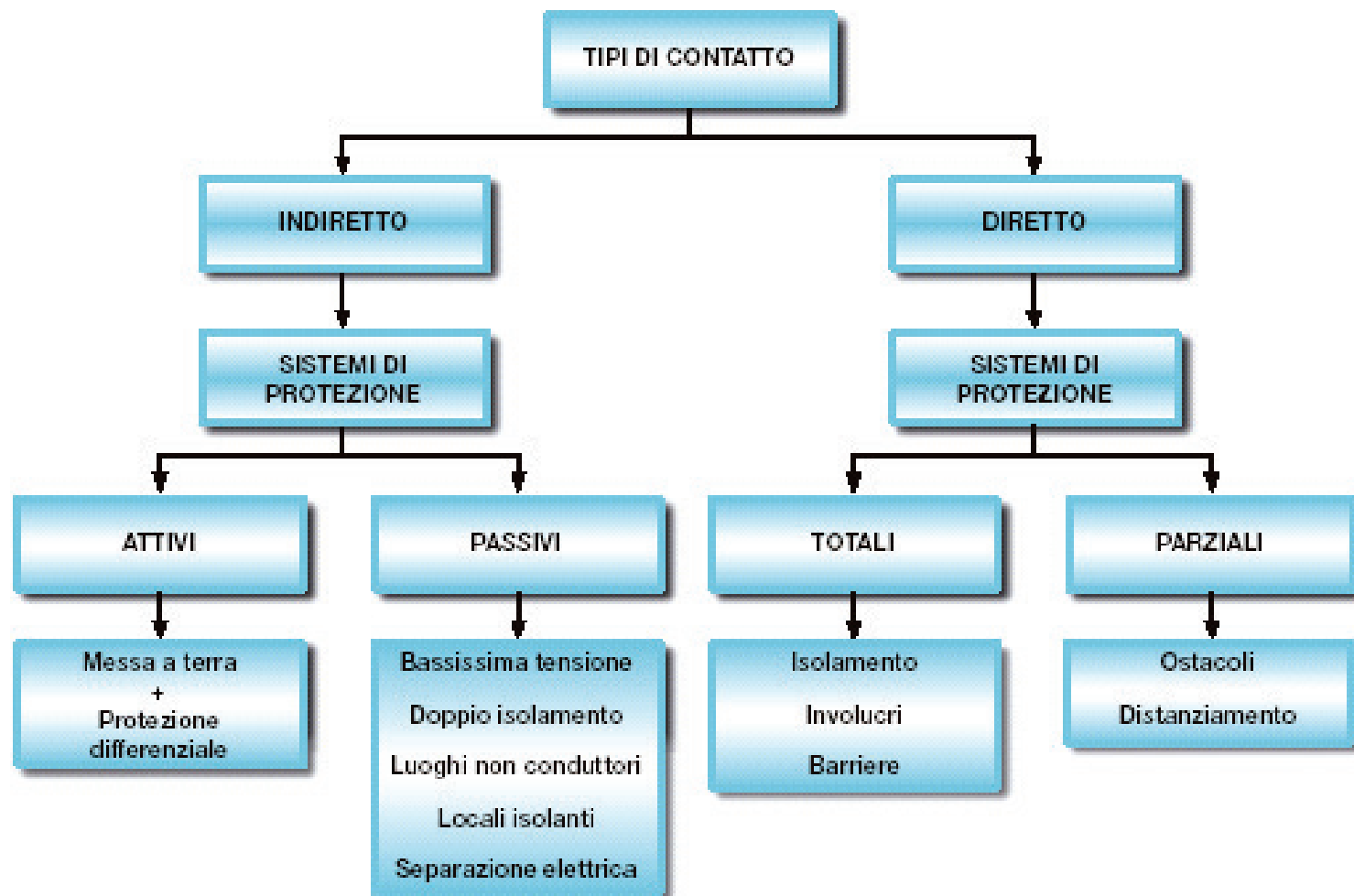
PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA

Art. 6 – Guida CEI 64-17

Il cantiere è considerato uno dei luoghi più esposti ai pericoli in quanto è anche soggetto a continue movimentazioni e variazioni, ed inoltre è presente qualunque tipo di personale, anche quello non addestrato dal punto di vista elettrico. Per questo vanno prese le precauzioni più restrittive per la sicurezza delle persone e dell'ambiente.

Particolare attenzione va posta sulle misure di protezione contro i contatti diretti ed indiretti e sulla necessità che tali misure siano rispettate attraverso controlli periodici.

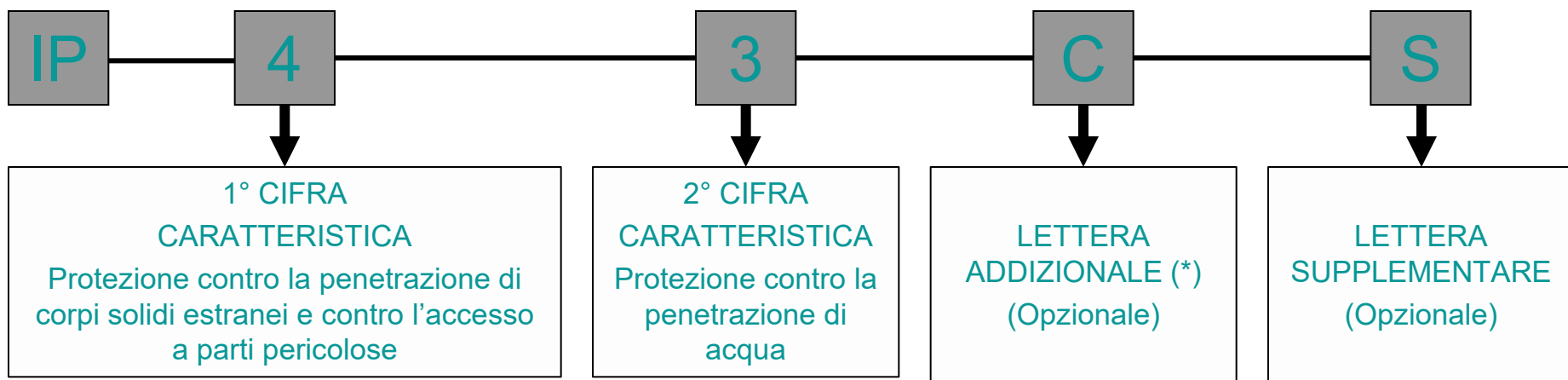
Protezione contro i contatti accidentali



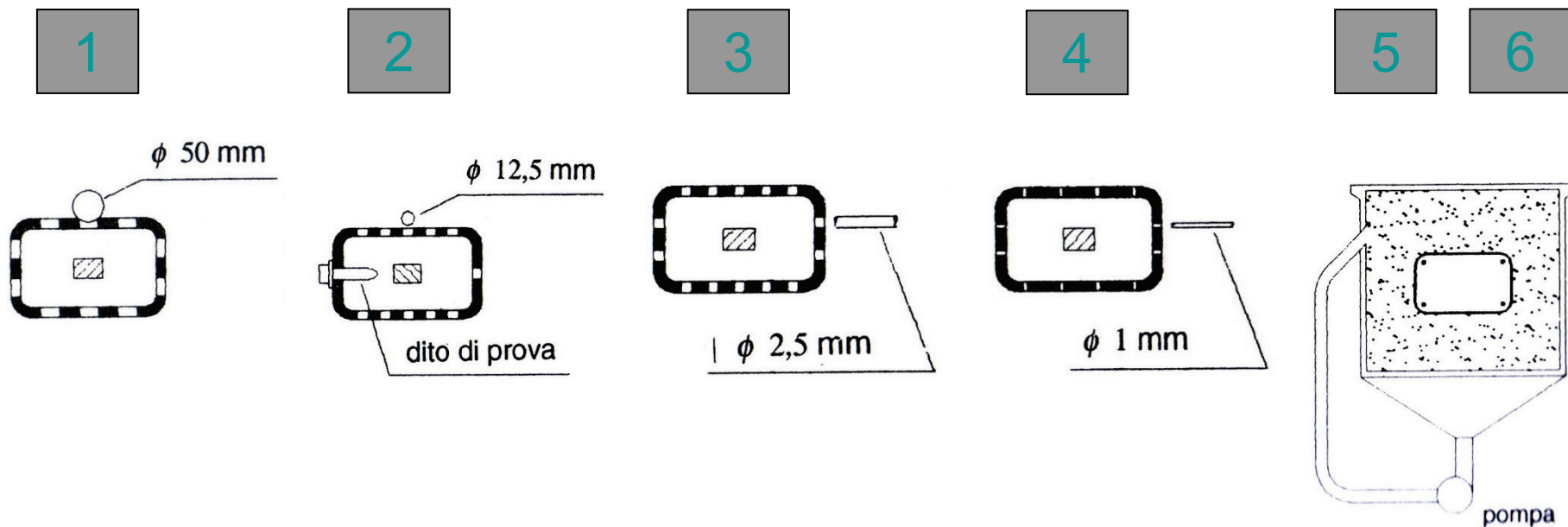
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Gradi di protezione degli involucri secondo CEI EN 60529

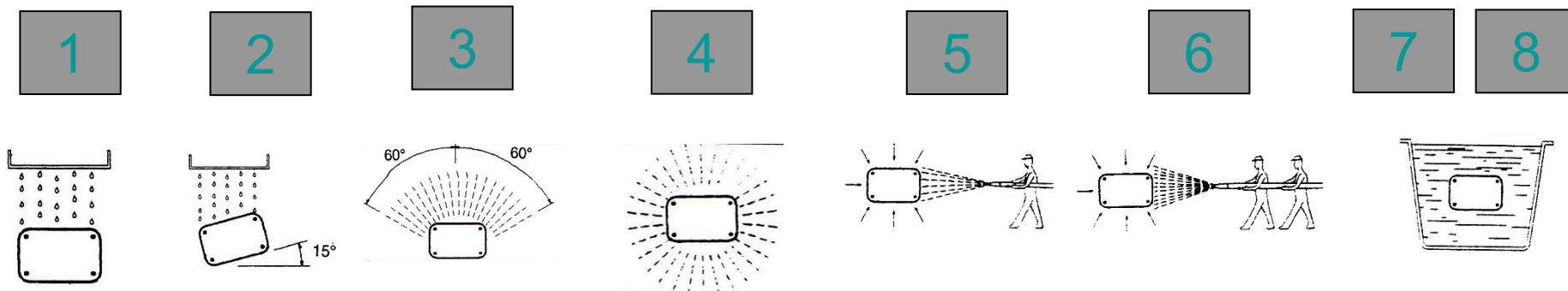
Esempio:



Protezione contro la penetrazione dei corpi solidi



Protezione contro la penetrazione dei corpi liquidi

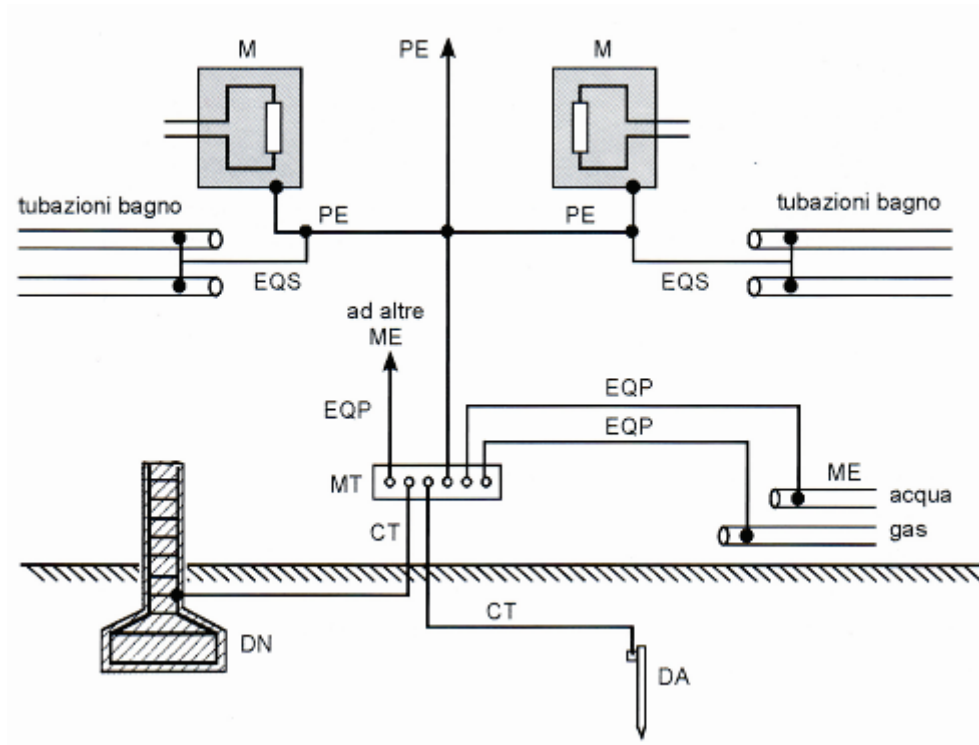


PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Impianto di terra (art. 24-11, Norma CEI 64-8)

Insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) principali di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali, destinato a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento

IMPIANTO DI TERRA



IMPIANTO DI TERRA

Dispensore verticale

Profilato, tubo o asta metallica infisso nel terreno



Dispensore orizzontale

Conduttore interrato costituito da nastro, tondino o a corda che può essere disposto in modo radiale, ad anello, a maglia o da una loro combinazione



IMPIANTO DI TERRA

Dispersore di fondazione

Parte conduttrice immersa nel suolo nella fondazione dell'edificio o, preferibilmente, annegata nel cemento della fondazione, generalmente sotto forma di anello.



IMPIANTO DI TERRA

Conduttore di protezione (PE)

Conduttore prescritto per alcune misure di protezione, prevalentemente contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti:

- masse;
- masse estranee;
- collettore (o nodo) principale di terra;
- dispersore;
- punto di terra della sorgente o neutro artificiale.

Conduttore di terra (CT)

Conduttore di protezione che collega il collettore (o nodo) principale di terra (MET) al dispersore e/o i singoli elementi del dispersore tra di loro.



IMPIANTO DI TERRA

1.7.1 Collettore (o nodo) principale di terra (MET)

Elemento (barra o morsettiera) a cui si collegano il conduttore di terra, i conduttori di protezione, inclusi i conduttori equipotenziali, nonché i conduttori per la terra funzionale, se esistente.

Nota: MET (Main Earth Terminal)



IMPIANTO DI TERRA

1.9.1 Conduttore equipotenziale principale (EQP)

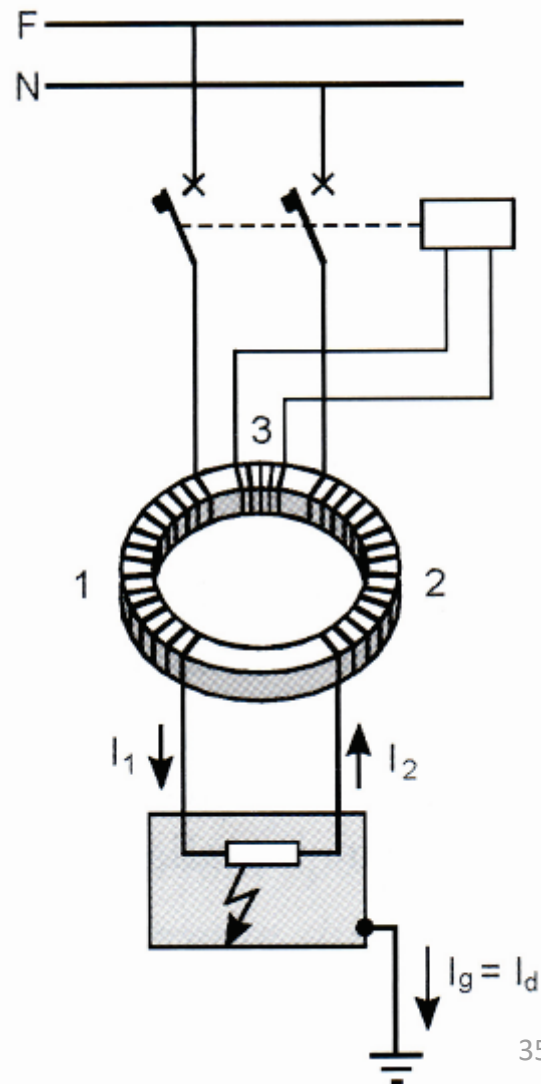
Conduttore equipotenziale per il collegamento delle masse estranee entranti nell'edificio



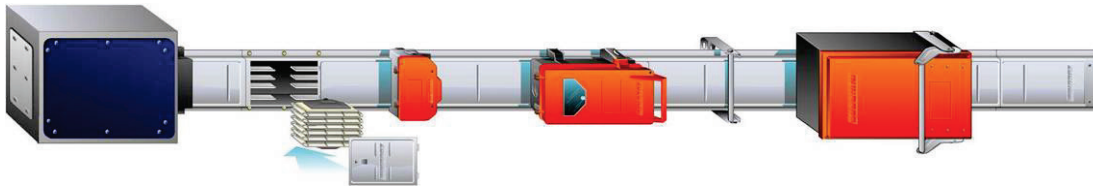
PROTEZIONE DIFFERENZIALE

Si realizza la protezione differenziale di un impianto, di un apparecchiatura, di un circuito, rilevando mediante l'interruttore differenziale, la corrente I_d ed aprendo automaticamente il circuito quando viene superato un valore di soglia prestabilito.

La corrente differenziale I_d è la somma vettoriale delle correnti che circolano nei conduttori attivi (neutro compreso) di un circuito elettrico.



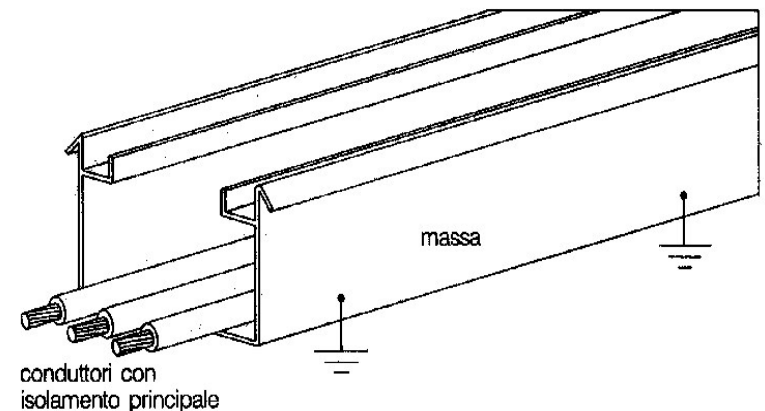
DEFINIZIONI DI MASSA E MASSA ESTRANEA



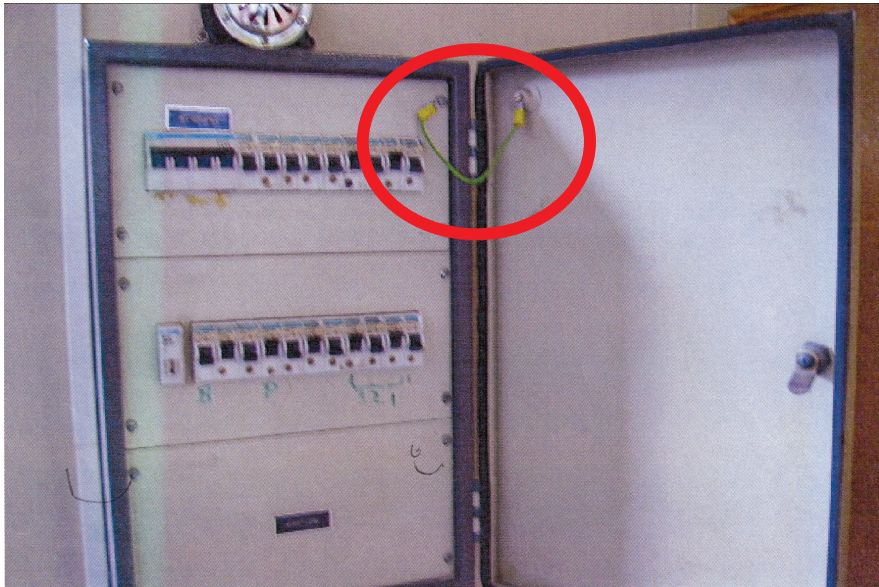
MASSA (CEI 64-8 art. 23.2)

Parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto.

Nota: una parte conduttrice che può andare in tensione perché in contatto con una massa non è da considerare massa



MASSA E MASSA ESTRANEA



MASSA E MASSA ESTRANEA

Masse estranee elencate dalla norma CEI 64-8 all'art. 413.1.2.1

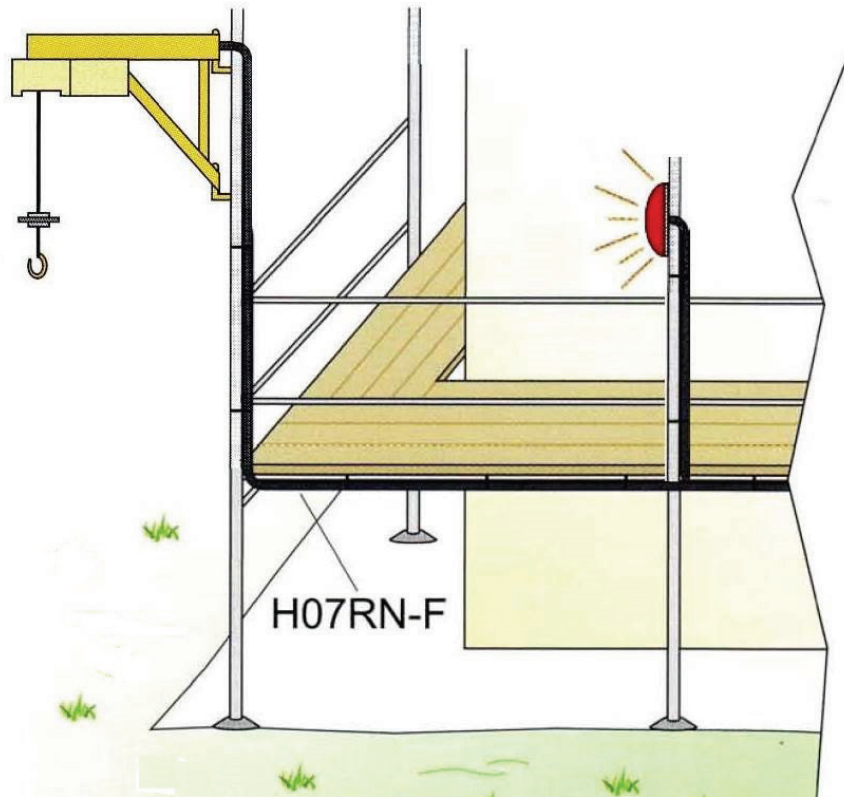
- **tubi** alimentanti i servizi dell'edificio (acqua e gas)
- **parti strutturali** metalliche dell'edificio e le canalizzazioni dell'impianto di riscaldamento centrale o del condizionamento d'aria
- **armature** del cemento armato utilizzate nella costruzione degli edifici (se praticamente possibile)

MASSA E MASSA ESTRANEA

Sono da considerare masse estranee le parti metalliche non facenti parte dell'impianto elettrico che presentano verso terra un valore di resistenza inferiore a:

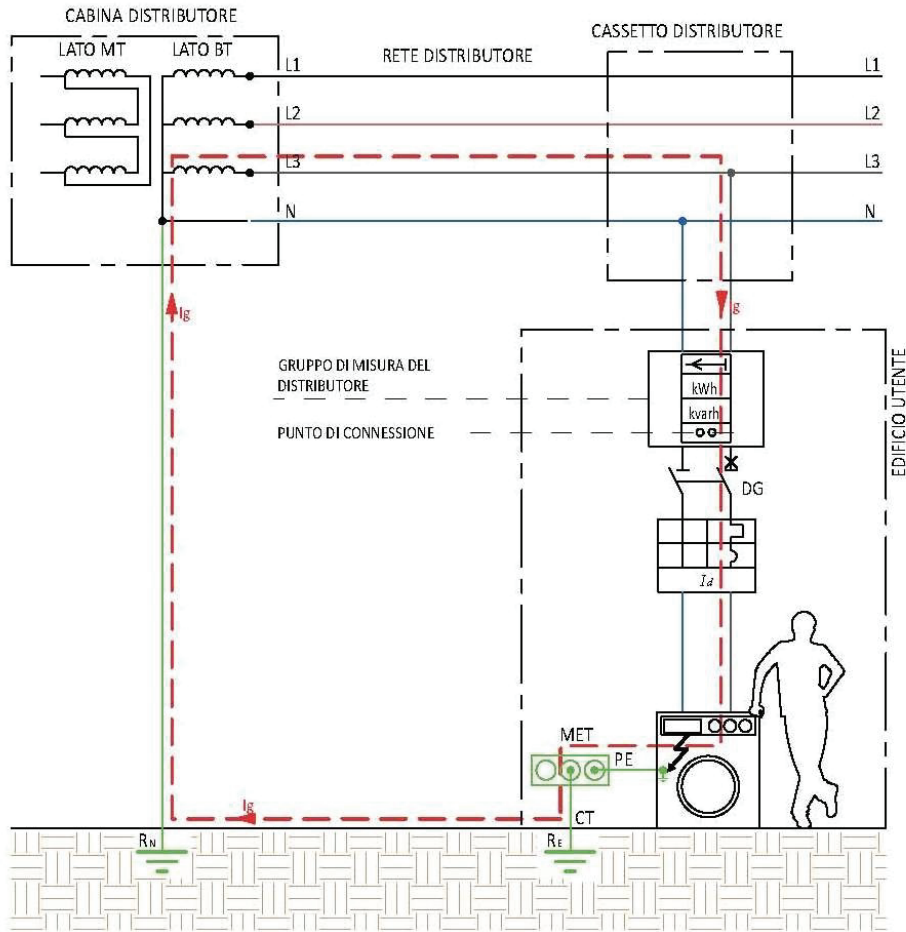
- **1000 Ω** negli ambienti ordinari (nei quali si ammette una tensione di contatto massima non superiore a 50 V);
- **200 Ω** negli ambienti a maggior rischio elettrico (cantieri edili, stalle e locali adibiti ad uso medico e simili nei quali si ammette una tensione di contatto non superiore a 25 V);
- **0,5 M Ω** nei locali ad uso medico ed equivalenti nei quali esiste rischio di microshock.

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.

Modo di collegamento TT



Percorso della corrente di guasto in un sistema TT

La protezione contro i contatti indiretti (CEI 64-8 art. 413.1.4) si ritiene soddisfatta quando:

$$R_E \times I_{dn} \leq U_L$$

dove:

R_E = resistenza del dispersore (in Ω);

I_{dn} = corrente nominale differenziale (in A)

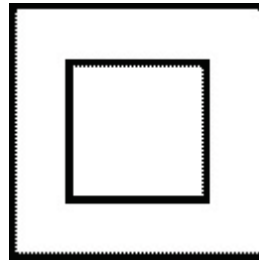
U_L = tensione limite (in volt, 50 V ambienti ordinari, 25V ambienti particolari)

Esempio:

con $I_{dn}=0,3$ A e $U_L=50$ V deve essere $R_E \leq 166 \Omega$

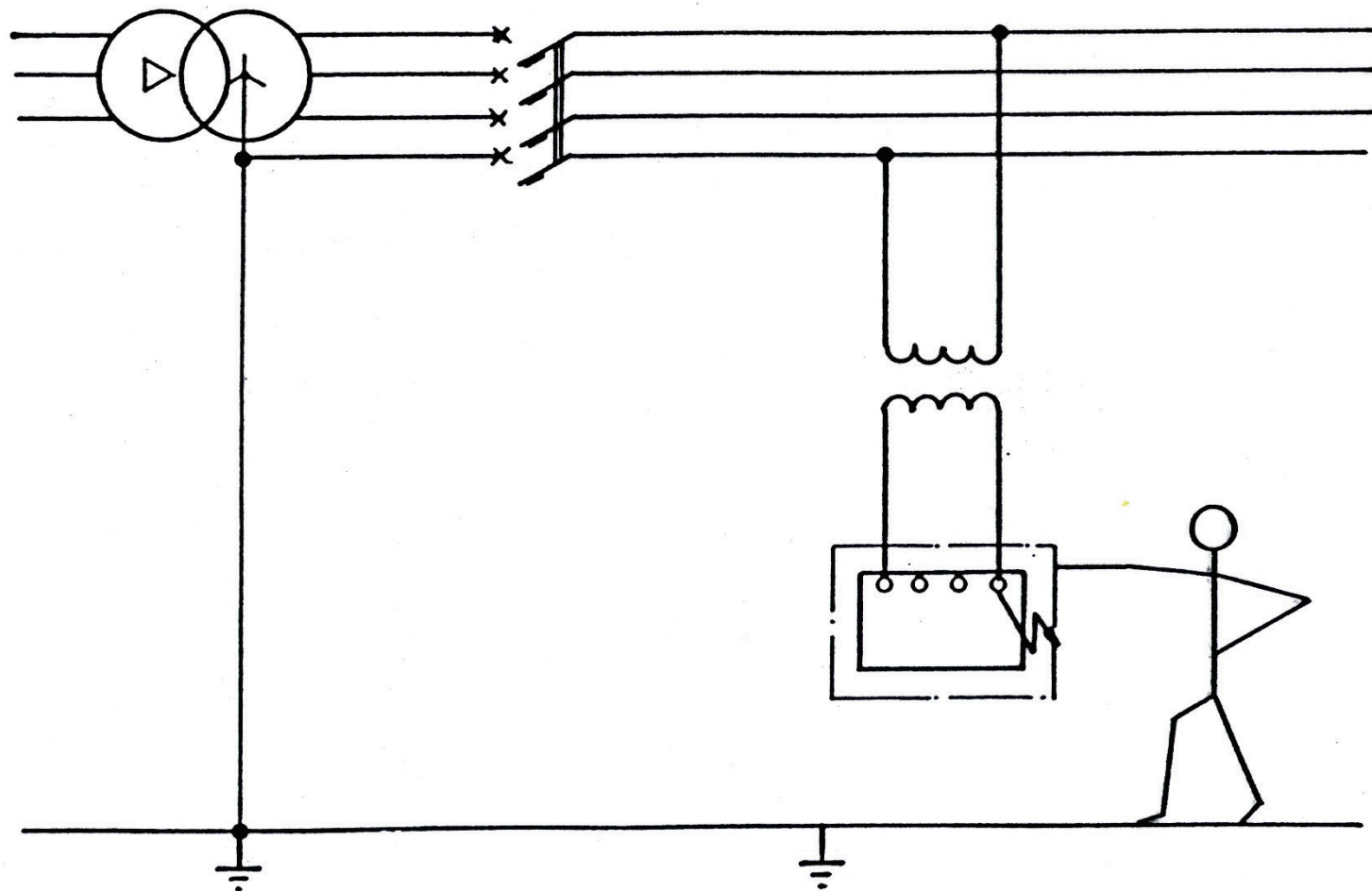
DOPPIO ISOLAMENTO

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

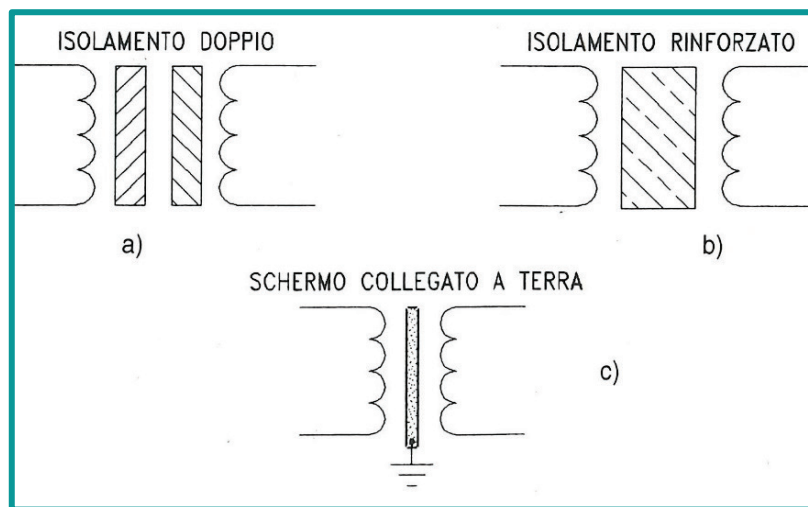


Nota: si raccomanda di applicare il segno grafico  sull'esterno ed all'interno dell'involucro.

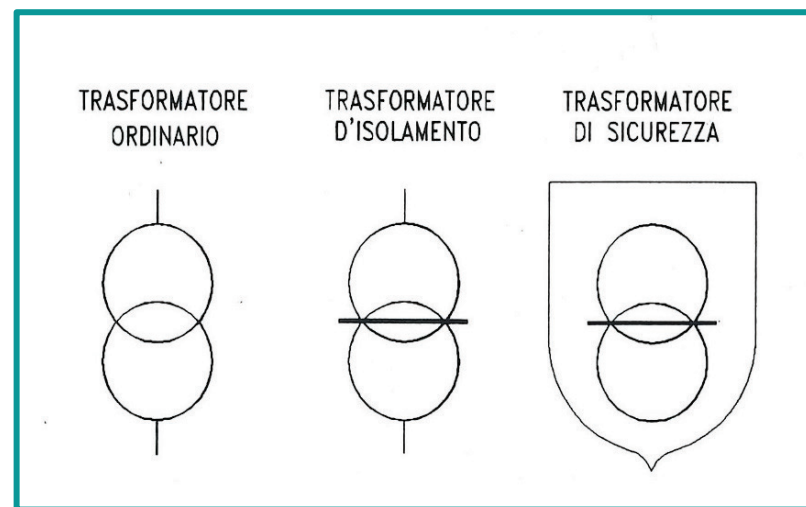
PROTEZIONE MEDIANTE SEPARAZIONE ELETTRICA



PROTEZIONE MEDIANTE SEPARAZIONE ELETTRICA



Separazione tra gli avvolgimenti



Simboli grafici

PROTEZIONE MEDIANTE SEPARAZIONE ELETTRICA



SEPARAZIONE
ELETTRICA

Protezione mediante separazione elettrica per l'alimentazione di **un solo apparecchio** utilizzatore

Art. 413.5

Protezione mediante separazione elettrica per l'alimentazione di **più di un apparecchio** utilizzatore

Art. 413.6

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.

PROTEZIONE MEDIANTE SEPARAZIONE ELETTRICA

Più di un apparecchio utilizzatore

Oltre alle precedenti prescrizioni:

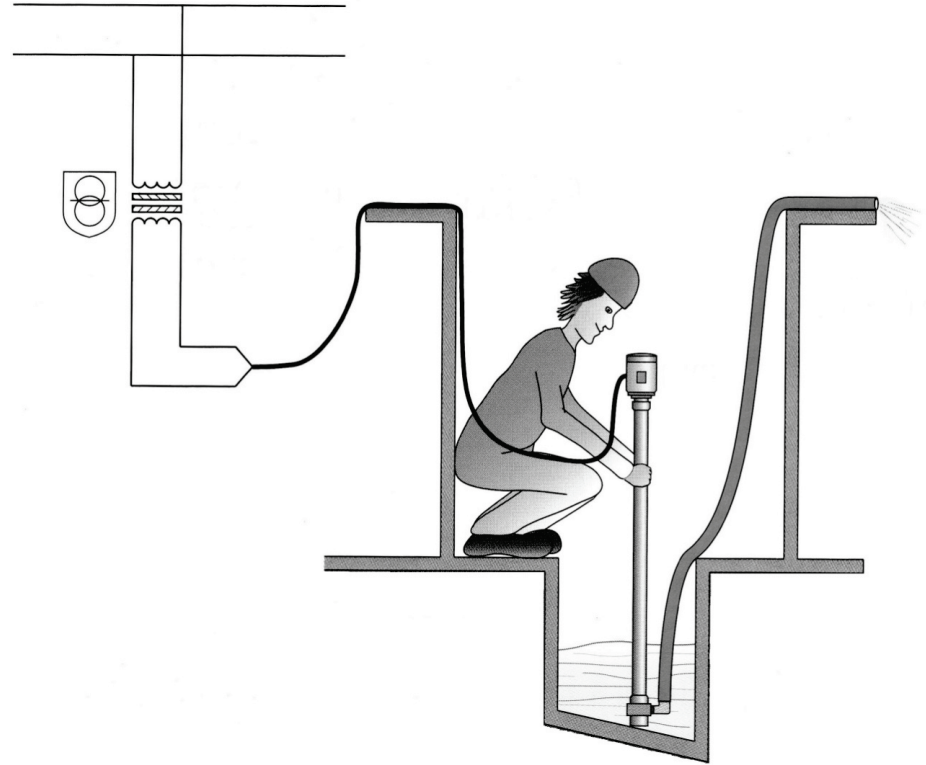
- Le masse del circuito separato devono essere collegate tra di loro per mezzo di conduttori di protezione isolati, non collegati a terra. Tali conduttori non devono essere collegati intenzionalmente a conduttori di protezione o a masse di altri circuiti o a qualsiasi massa estranea.
- Tutte le prese 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.

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.



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.

LUOGHI CONDUTTORI RISTRETTI

Protezione contro i contatti diretti e indiretti

a) Per l'alimentazione di componenti elettrici fissi:

- Interruzione automatica dell'alimentazione con un collegamento equipotenziale supplementare che colleghi le masse dei componenti elettrici fissi e le masse estranee del luogo conduttore ristretto, incluso il pavimento, se conduttore; oppure
- Con circuiti SELV; oppure
- Separazione elettrica con la condizione che venga collegato un solo componente elettrico a un avvolgimento secondario del trasformatore di isolamento; oppure
- Con componenti elettrici di Classe II, o con componenti elettrici aventi isolamento equivalente, a condizione che i circuiti di alimentazione siano protetti da una protezione aggiuntiva mediante interruttori differenziali con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

FAQ FOTOGRAFICHE DI CANTIERE

Gruppo elettrogeno

Deve essere collegato a terra?



FAQ FOTOGRAFICHE DI CANTIERE

A uno stesso generatore (gruppo elettrogeno) possono essere allacciati contemporaneamente apparecchi e macchinari di classe I e di classe II?



FAQ FOTOGRAFICHE DI CANTIERE

Picchetto di terra

Siamo sicuri che così
va bene?



Calcolo della resistenza di terra

a) Resistenza di un dispersore verticale

$$R_d = \rho_m / L$$

dove:

ρ_m = resistività del terreno [Ω m]

L = lunghezza dell'elemento a contatto con il terreno [m]

b) Resistenza di un dispersore orizzontale

$$R_d = 2 \rho_m / L$$

dove:

L = lunghezza dell'elemento a contatto con il terreno [m]

c) Resistenza di un sistema di elementi collegati a maglia

$$R_d = \rho_m / 4 r$$

dove:

r = raggio del cerchio di area equivalente a quella del dispersore in prova

FAQ FOTOGRAFICHE DI CANTIERE

Il piano d'appoggio
(legno o metallo)
pone differenze ai fini
del collegamento a
terra?

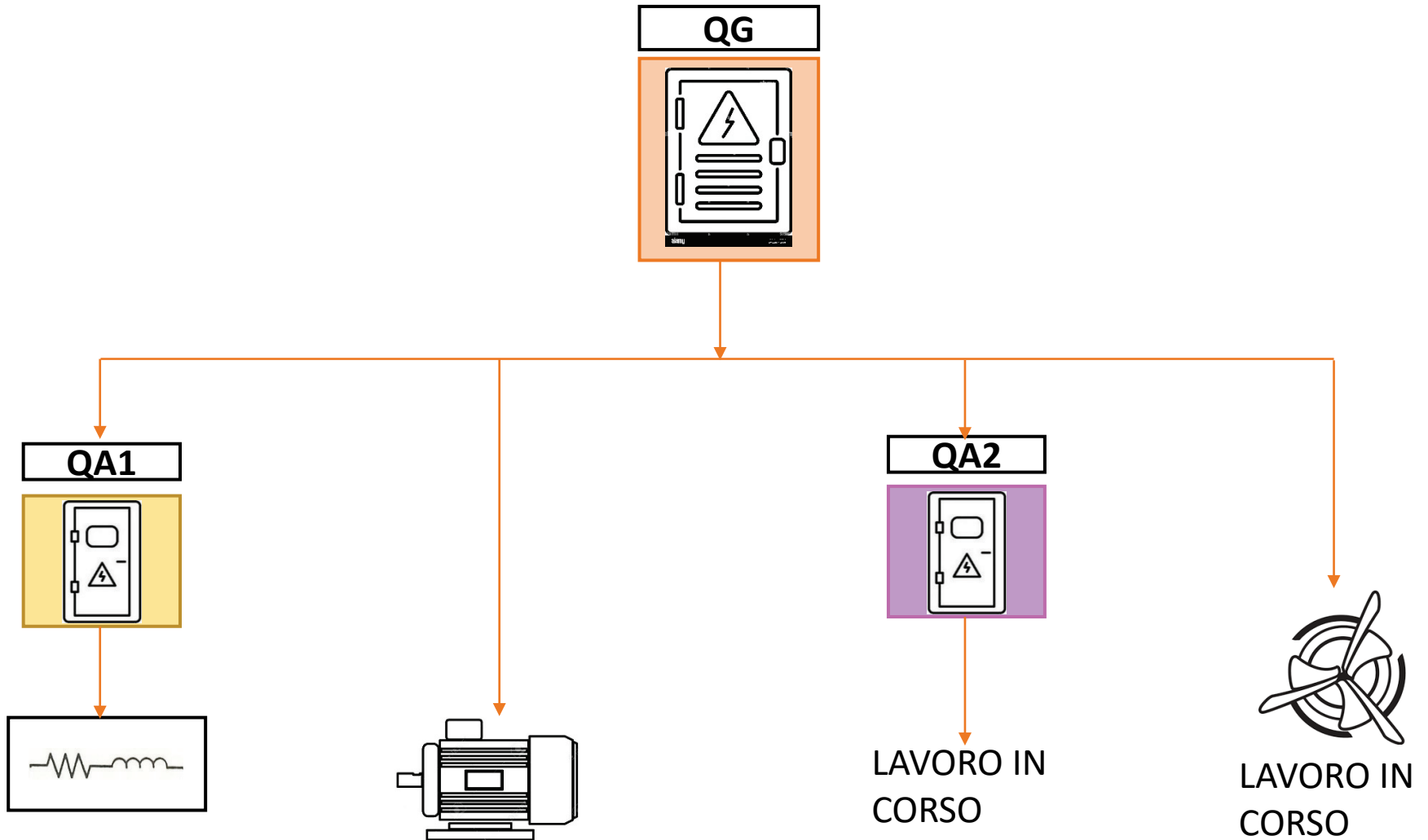


FAQ FOTOGRAFICHE DI CANTIERE

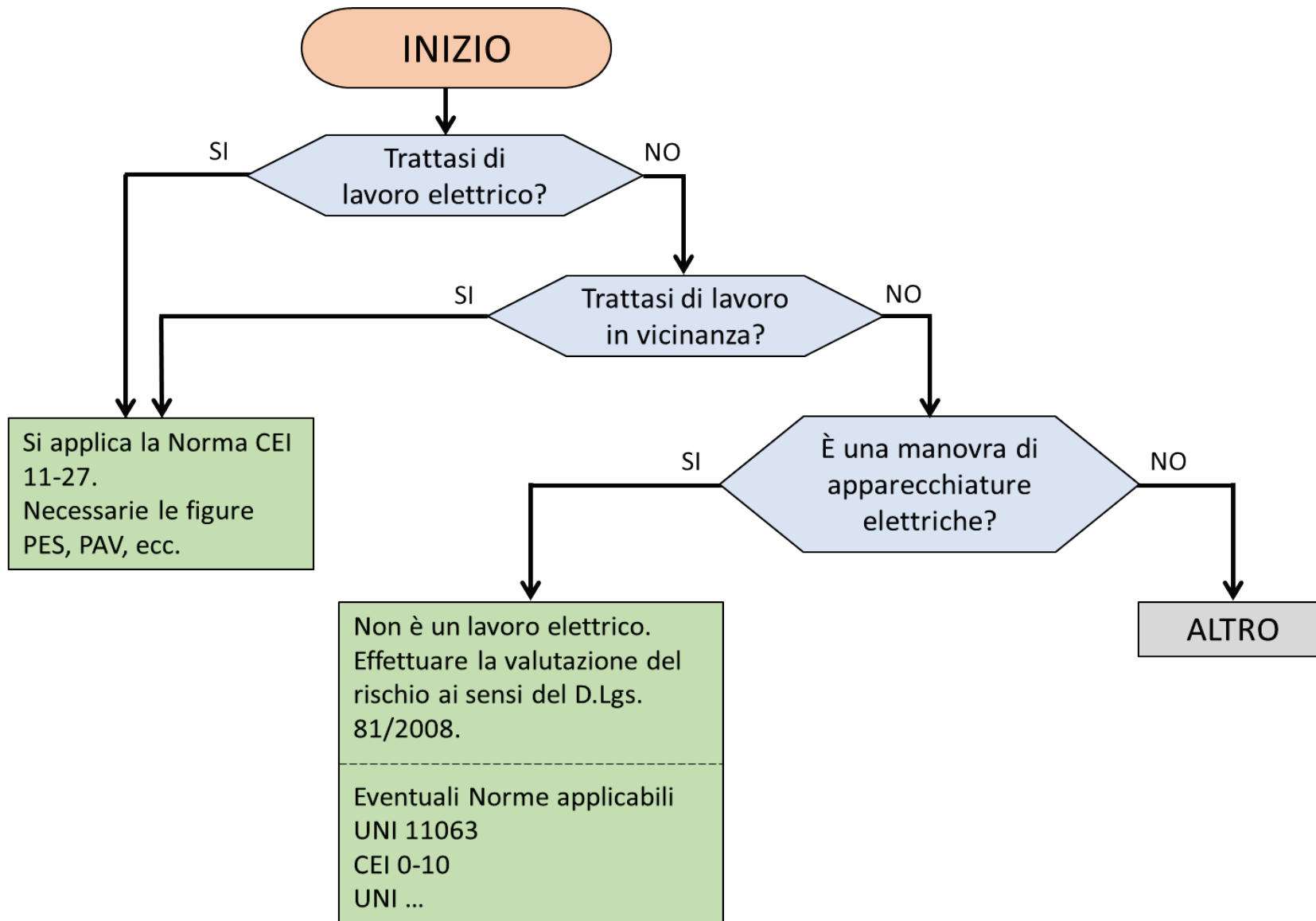
Cosa deve essere collegato a terra?



ENERGIZZAZIONE E DE-ENERGIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI



ENERGIZZAZIONE E DE-ENERGIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI





LEO
(progettista e DL)



AVA
(ASL)



TEO
(RSPP)



L'enorme CEI

Nei cantieri sono
considerati
rompiscatole

FINE