

PREVENZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO ELETTRICO NEI CANTIERI



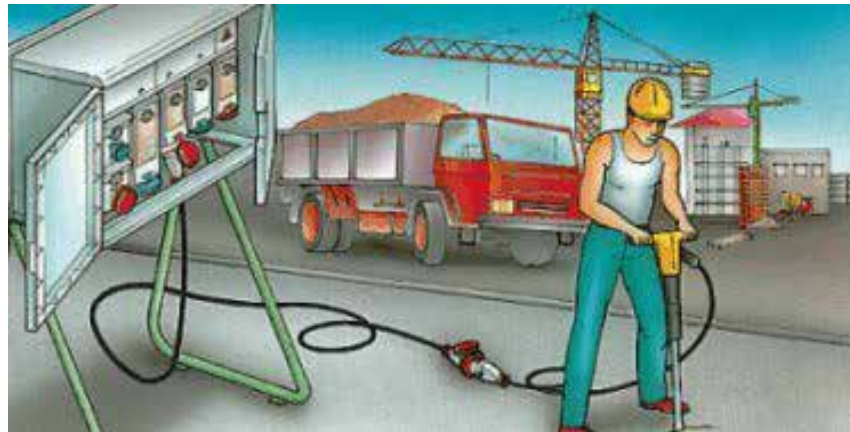
Lecco, 28/04/2026

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.

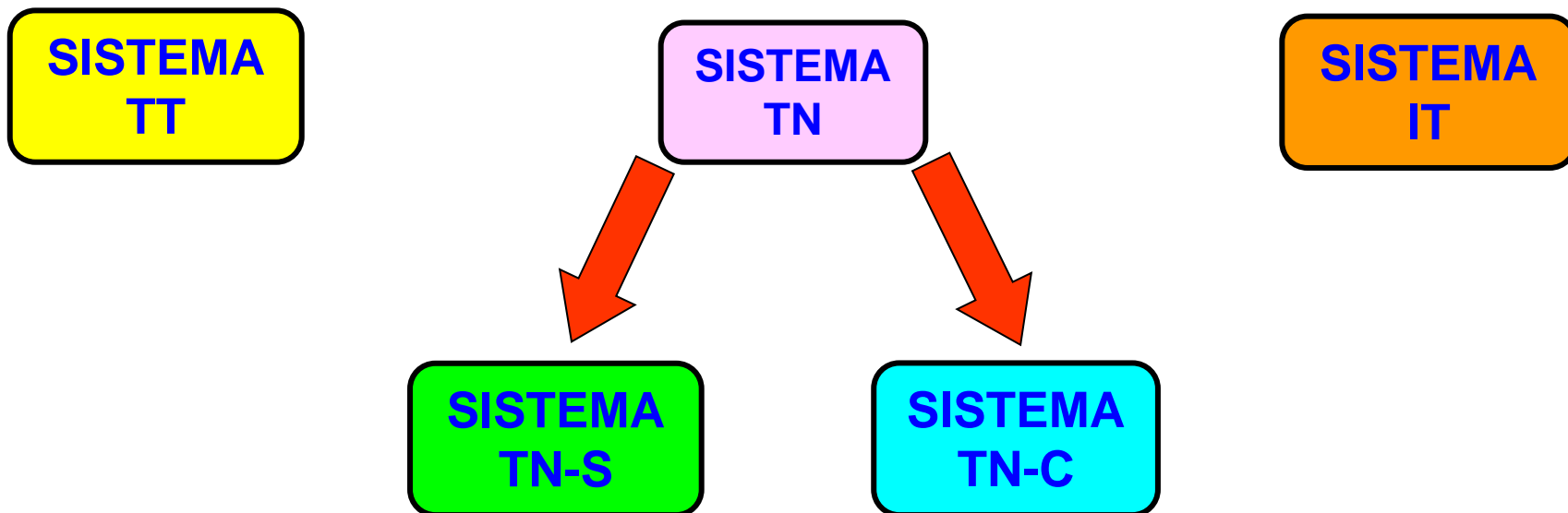
Apparecchio
mobile/portatile

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.

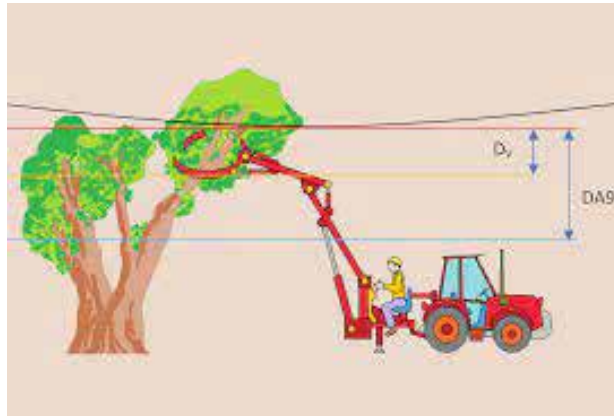


LAVORI NEI CANTIERI

LAVORI NON ELETTRICI



LAVORI IN VICINANZA



LAVORI ELETTRICI (a contatto; in prossimità)



LAVORI NON ELETTRICI (in presenza di rischio elettrico)

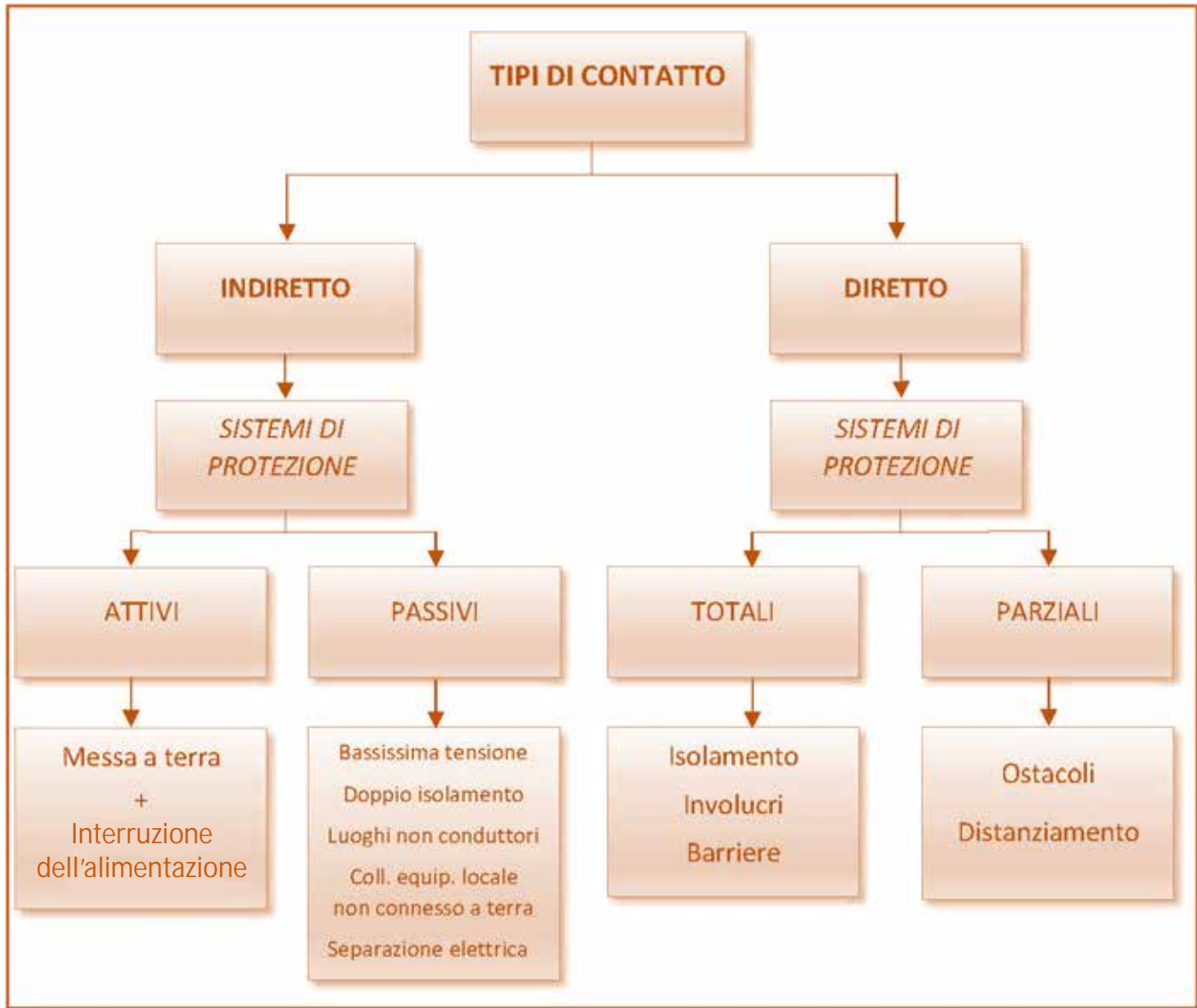


RIFERIMENTO LEGISLATIVO

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 e, in particolare, da quelli derivanti da:*

- *contatti elettrici diretti*
- *contatti elettrici indiretti*
- *innesco e propagazione di incendi e di ustioni dovuti a sovratemperature pericolose, archi elettrici e radiazioni*
- *innesco di esplosioni*
- *fulminazione diretta e indiretta*
- *sovratensioni*
- *altre condizioni di guasto ragionevolmente prevedibili”*

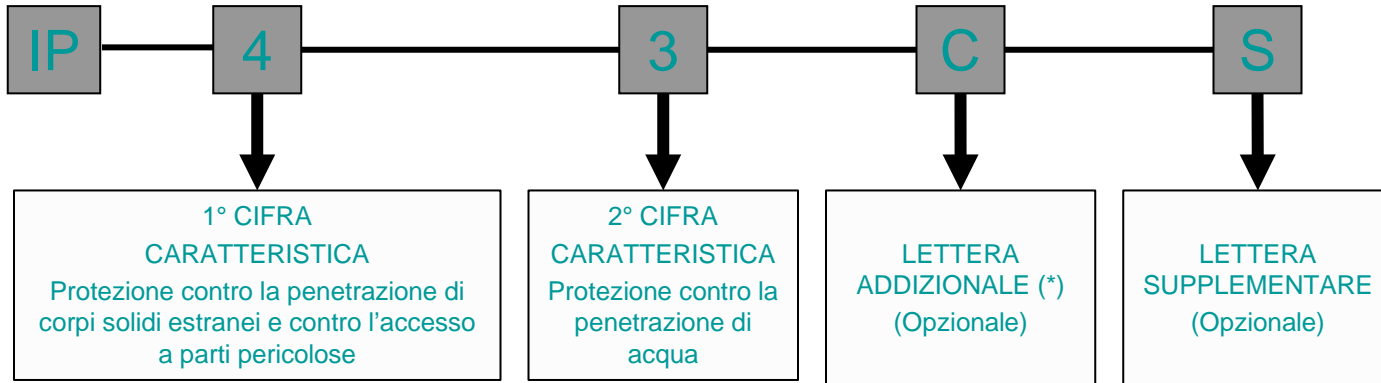
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI ACCIDENTALI



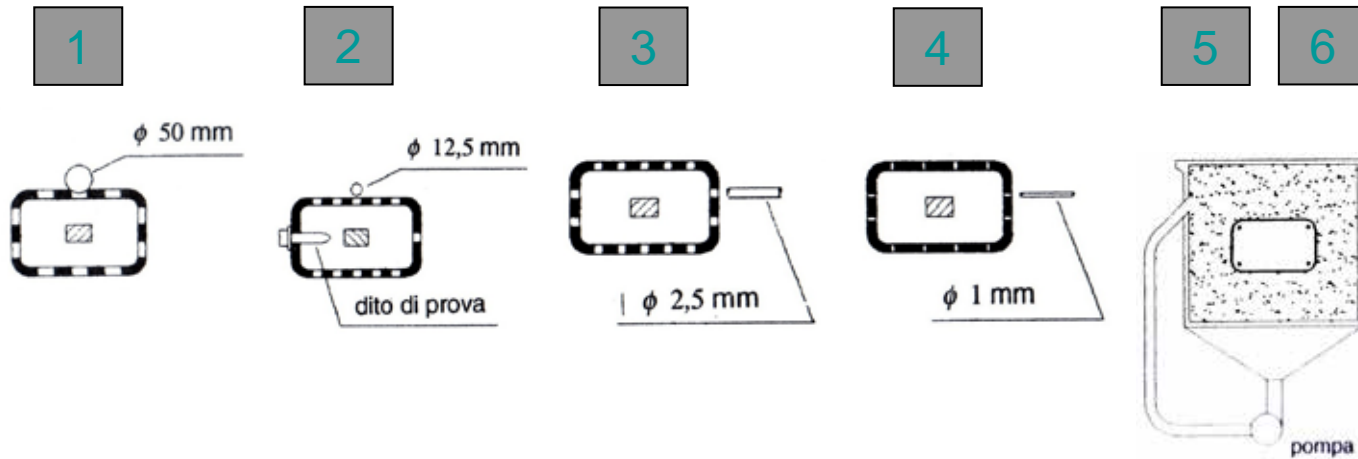
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Gradi di protezione degli involucri secondo CEI EN 60529

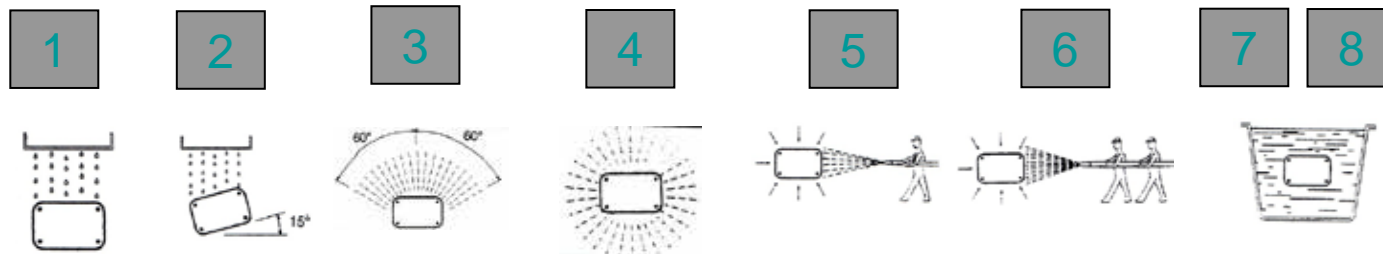
Esempio:



Protezione contro la penetrazione dei corpi solidi



Protezione contro la penetrazione dei corpi liquidi



Lettere aggiuntive

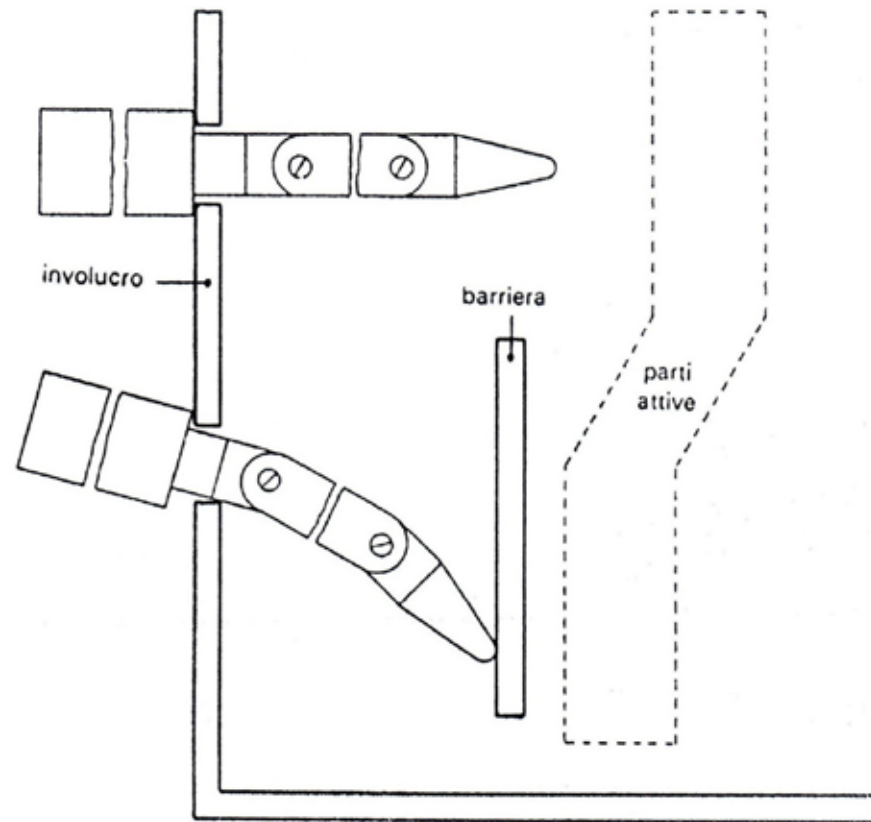
A	Protetto contro l'accesso con il dorso della mano
B	Protetto contro l'accesso con un dito
C	Protetto contro l'accesso con un attrezzo
D	Protetto contro l'accesso con un filo

Lettere supplementari

H	Apparecchiatura ad alta tensione
M	Provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso di acqua con l'apparecchiatura in moto
S	Provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso di acqua con l'apparecchiatura non in moto
W	Adatto all'uso in condizioni atmosferiche specificate

Protezione contro i contatti diretti - sistema TT

Art. 412.2.1: Le parti attive devono essere poste dentro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB



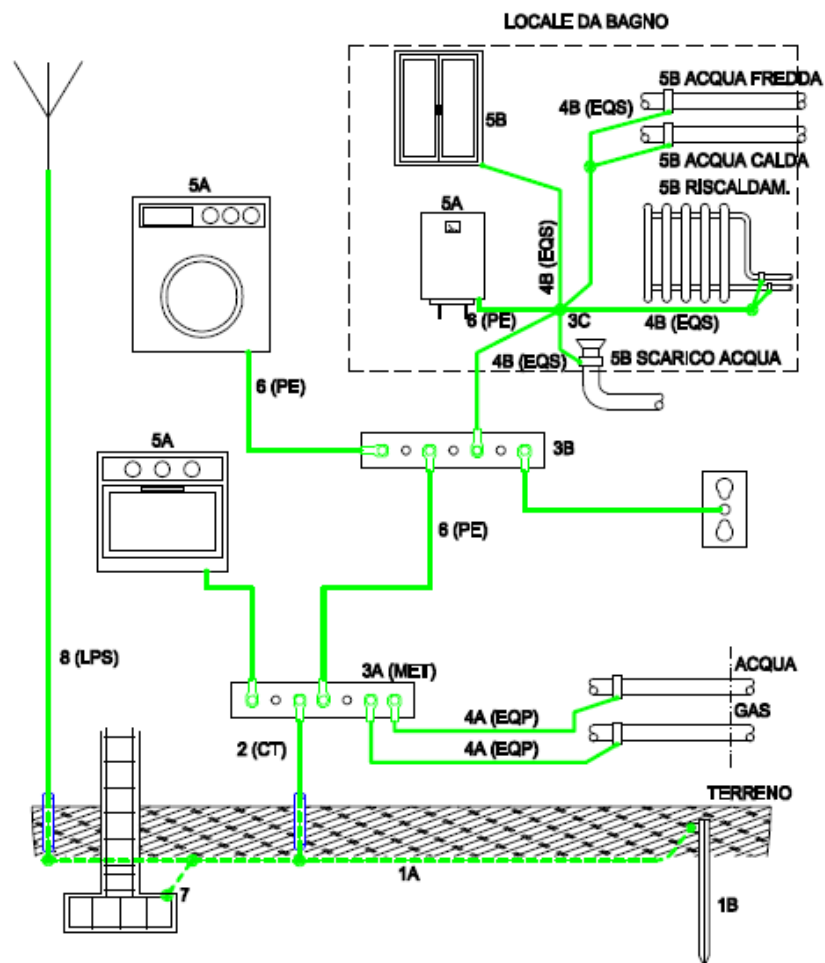
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti (fault protection secondo l'articolo 23.6 bis della Norma CEI 64-8), si attua coordinando l'impianto di terra con l'interruzione automatica dell'alimentazione (nei sistemi TT tale interruzione avviene con l'intervento dell'interruttore differenziale)

IMPIANTO DI TERRA

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



LEGENDA

- | | |
|--|--|
| 1A - Dispersore orizzontale (intenzionale) | 4A - Collegamento equipotenziale principale EQP |
| 1B - Dispersore verticale (intenzionale) | 4B - Collegamento equipotenziale supplementare EQS |
| 2 - Conduttore di terra CT (in tubazione protettiva) | 5A - Massa |
| 3A - Collettore (o nodo) principale di terra MET | 5B - Massa estranea se < 1.0 kΩ |
| 3B - Nodo di terra | 6 - Conduttore di protezione PE |
| 3C - Nodo equipotenziale | 7 - Collegamento ai ferri dell'armatura del calcestruzzo armato (dispersore di fatto) |
| | 8 - LPS Sistema di protezione contro il pericolo di fulminazione diretta (quando presente) |

Esempio di collegamenti di un 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

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)

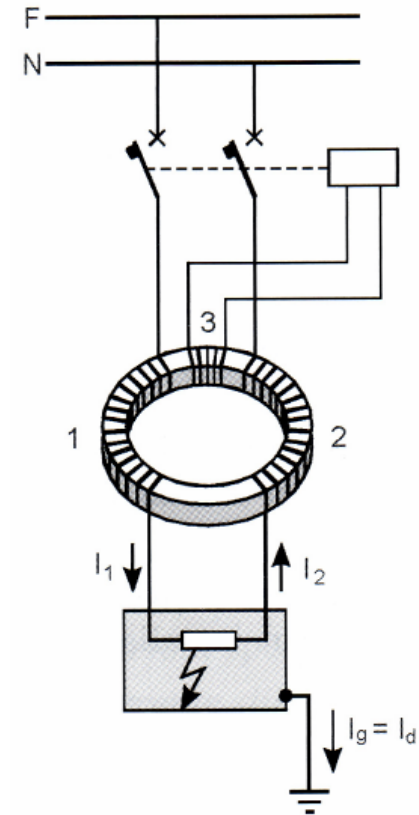
Conduttore equipotenziale per il collegamento delle masse estranee entranti nell'edificio



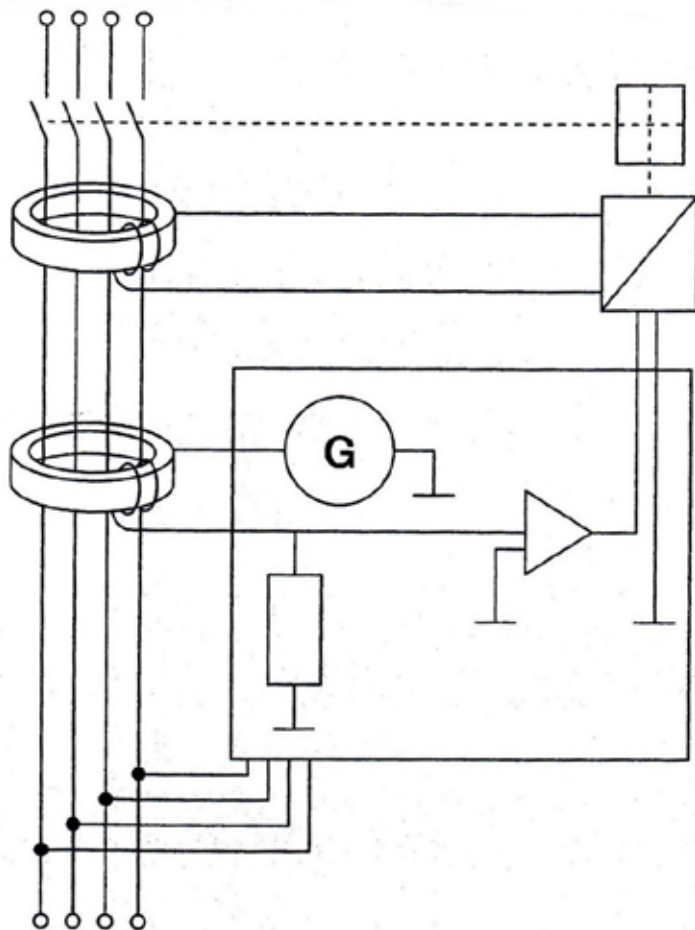
PROTEZIONE DIFFERENZIALE

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.



PROTEZIONE DIFFERENZIALE (Interruttore differenziale di tipo B)



...il secondo toroide è utilizzato sfruttando la saturazione magnetica del materiale ferromagnetico. Al suo avvolgimento secondario è applicata permanentemente una tensione alternata che magnetizza il materiale. Un circuito elettronico è capace di rilevare l'induttanza ai capi dell'avvolgimento secondario. La comparsa di una corrente differenziale continua porta in saturazione il materiale e, di conseguenza, modifica la sua permeabilità magnetica. Questa variazione, opportunamente elaborata, è il segnale che determina il comando dell'attuatore di sgancio.

INNESCO E PROPAGAZIONE DI INCENDI




Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile
CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO
Direzione Centrale Prevenzione e Sicurezza Tecnica

Gli incendi di natura elettrica

a cura del
NUCLEO INVESTIGATIVO ANTINCENDI
Capannelle - ROMA



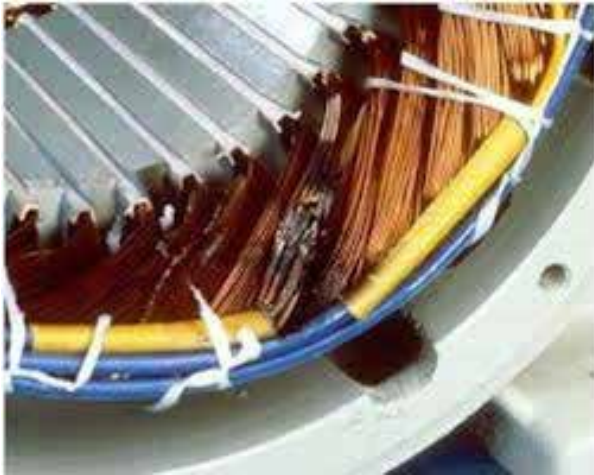
SETTEMBRE 2017

INNESCO E PROPAGAZIONE DI INCENDI

Escludendo, per il momento, i fulmini e le scariche elettrostatiche, le cause di natura elettrica che possono innescare incendi sono riconducibili alle seguenti:

- sovracorrenti
- guasti di isolamento (difetti o deterioramento)
- guasti ai terminali di collegamento (collegamenti inadeguati o allentati, deterioramento della pressione di contatto)
- guasti ai conduttori (rottura, danneggiamento, sezione ridotta)

INNESCO E PROPAGAZIONE DI INCENDI



Guasti dell'isolamento

La rottura di un isolamento soggetto a tensione consiste nella “scarica dell'isolamento” cioè in un fenomeno irreversibile. È conseguenza dell'invecchiamento, ovvero di un progressivo e irreversibile degrado dell'isolamento, provocato dalle sollecitazioni applicate.

INNESCO E PROPAGAZIONE DI INCENDI

I guasti dell'isolamento sono in genere generati da:

- sollecitazione elettrica, causata dal campo elettrico applicato, quindi dalla tensione
- sollecitazione termica, causata dalla temperatura
- sollecitazione meccanica, di natura statica (trazione, flessione, compressione) o dinamica (vibrazione)
- sollecitazione ambientale (inquinamento, salsedine, umidità, radiazione solare e corrosione)

INNESCO E PROPAGAZIONE DI INCENDI

Guasti ai terminali di collegamento

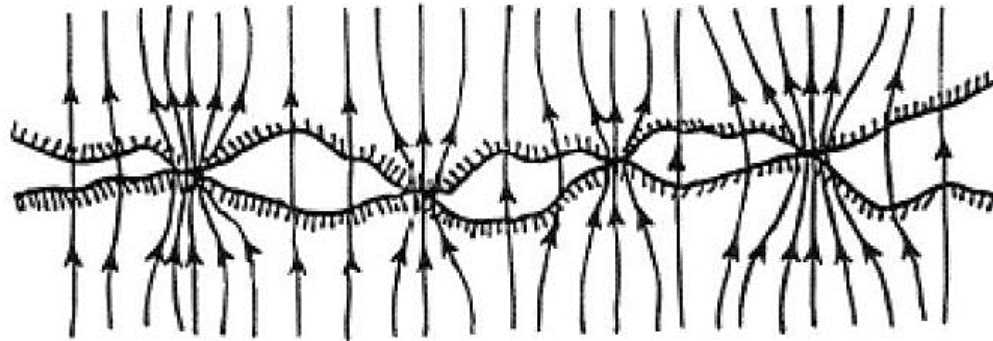
In quasi tutti i sistemi elettrici ci sono una serie di punti in cui la corrente elettrica viene fatta passare da un conduttore all'altro attraverso un semplice contatto diretto.

Su una scala microscopica, tutte le superfici, anche quelle apparentemente più lisce, rivelano una certa rugosità; ne consegue che l'area effettiva di contatto elettrico è solo una piccola frazione dell'area apparente della superficie di contatto. Le linee di corrente elettrica sono distorte in quanto la corrente è concentrata per fluire attraverso le aree di contatto discrete, riducendo il volume di materiale coinvolto nella conduzione e aumentando così la resistenza (“resistenza di costrizione”).

INNESCO E PROPAGAZIONE DI INCENDI

Guasti ai terminali di collegamento

L'elevata resistenza di contatto (resistenza localizzata) porta a un aumento della temperatura.



Il deterioramento e il guasto dei contatti possono provocare scintille, surriscaldamento localizzato e incendio di materiale isolante combustibile.

INNESCO E PROPAGAZIONE DI INCENDI

Guasti ai conduttori

Le rotture o i danneggiamenti dei conduttori sono generalmente dovuti a vibrazioni, a eccessive sollecitazioni meccaniche e talvolta a causa dell'uso di materiale scadente.

Quando la sezione di un conduttore viene ridotta in un certo punto, la distribuzione della corrente viene modificata e le perdite elettriche locali aumentano notevolmente.



INNESCO E PROPAGAZIONE DI INCENDI

Guasti ai conduttori

La diminuzione della sezione utile genera un addensamento di corrente nel punto in cui il cavo è stato parzialmente tagliato, dando origine ad una resistenza localizzata e ad una maggiore dissipazione di calore per effetto Joule.

In condizioni particolari, quali un eccessivo isolamento termico o la presenza prolungata di correnti di consistente intensità, questo aumento di temperatura locale può provocare il surriscaldamento del rame che si ossida e, intorno ai 1250 °C, avvia il processo di fusione.

ARCO ELETTRICO

L'arco elettrico è costituito da una colonna di gas ionizzato ad alta temperatura 6.000 - 12.000 °C. La conduzione della corrente elettrica è dovuta soprattutto agli elettroni, molto mobili per via della loro massa, minore di quella degli ioni.

Gli effetti termici nell'arco dipendono dal calore sviluppato, proporzionale all'energia d'arco pari a:

$$\int_0^t v_a \cdot i dt$$

dove v_a , i , t rappresentano rispettivamente la tensione, la corrente d'arco, la durata dell'arco.

ARCO ELETTRICO

Il problema si pone normalmente tra le sbarre di un quadro elettrico. Ai fini di questo corso si tenga presente:

- i quadri di media tensione devono essere conformi alla Norma CEI EN 62271-200 che obbliga il costruttore a garantire la tenuta dell'arco interno;
- nei quadri di bassa tensione la prova di tenuta all'arco interno non è una prova di tipo e al momento non vi è l'obbligo del costruttore di garantire tale tenuta (più essere un requisito da concordare in fase di contratto di acquisto).

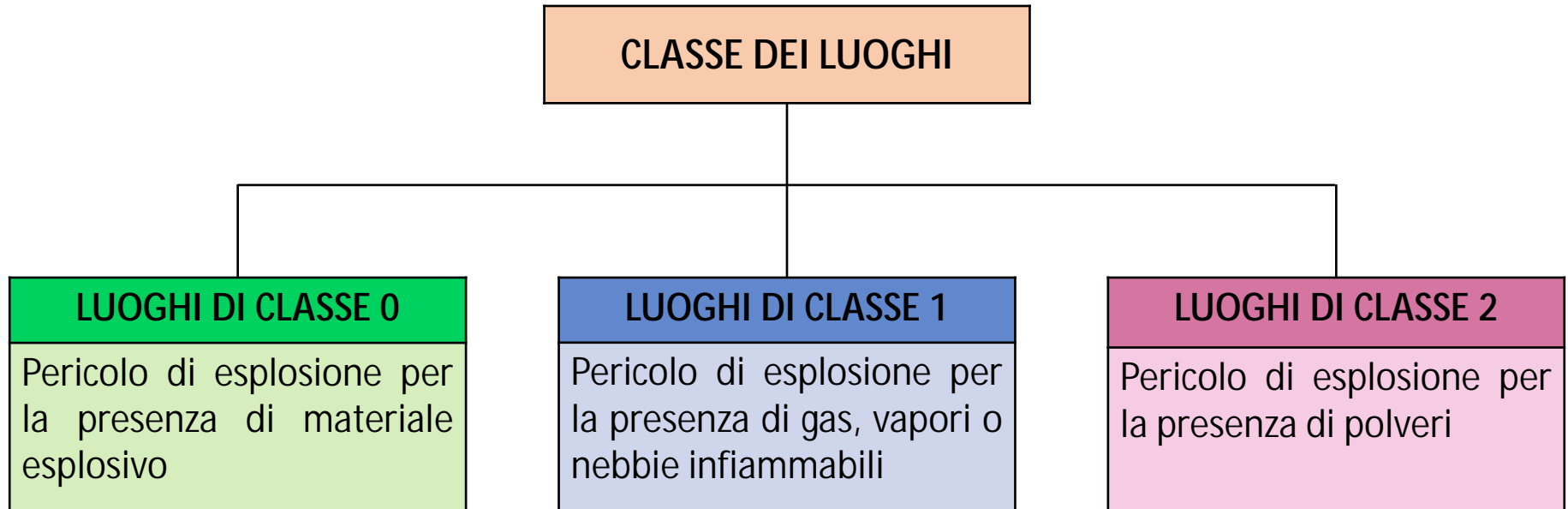
INNESCO DI ESPLOSIONI

Il pericolo di esplosione può provenire dalla presenza di:

- sostanze esplosive
- gas, vapori o nebbie infiammabili
- polveri infiammabili

Nota: per nebbia si intende l'insieme di goccioline di liquido in sospensione in aria.

INNESCO DI ESPLOSIONI



INNESCO DI ESPLOSIONI

Riferimenti legislativi e normativi

DIRETTIVA 2014/34/UE del 26 febbraio 2014 (ATEX)

D. Lgs. 81/2008 Titolo XI Protezione da atmosfere esplosive

Norme della serie EN 60079-X (Norme del CT31)

INNECO DI ESPLOSIONI

Un componente elettronico al quale siano state applicate misure atte a prevenire che esso provochi l'accensione dell'atmosfera esplosiva, secondo le relative norme, prende il nome di *componente Ex, o costruzione Ex¹*.

Il simbolo Ex è seguito da una lettera indicante il *modo di protezione* utilizzato. Sono previsti i seguenti modi di protezione:

d: prova di esplosione

p: sovrappressione interna

i: sicurezza intrinseca

o: immersione in olio

q: sotto sabbia

e: sicurezza aumentata

m: per incapsulamento

n: particolarità costruttive che rendono adatto il componente all'installazione laddove è piccola la probabilità di formazione di atmosfera esplosiva

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

Situazione Normativa

Per quanto riguarda la protezione contro le sovratensioni da fulmine valgono le Norme CEI del comitato 81 con particolare riferimento a:

- CEI EN 62305-1/EC (Classificazione CEI: 81-10/1; EC1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali
- CEI EN 62305-2/EC (Classificazione CEI: 81-10/2; EC1) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3/EC (Classificazione CEI: 81-10/3; EC1) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4/EC (Classificazione CEI: 81-10/4; EC1) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

Valutazione del rischio con procedura completa

La valutazione del rischio con procedura completa, sempre consigliata dalla Norma CEI 81-1 in sostituzione di quella semplificata, consente, nella quasi totalità dei casi, l'adozione di misure di protezione contro i fulmini diverse dall'installazione di LPS (esterno ed interno), installazione che risulta quasi sempre onerosa e di difficile realizzazione in presenza di vincoli artistici.

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

**Quando è necessaria la protezione contro i fulmini?
Quando la struttura è di notevoli dimensioni**

Per stabilire se la struttura è di notevoli dimensioni occorre effettuare l'analisi del rischio secondo la norma CEI 81-10/2. Se il rischio calcolato (R) è inferiore a quello tollerato dalla norma ($R_T = 10^{-5}$), la struttura non è da considerare di notevoli dimensioni (struttura autoprotetta). Quando il rischio calcolato supera quello ammesso dalla norma, la struttura va considerata di notevoli dimensioni e deve essere protetta contro i fulmini.

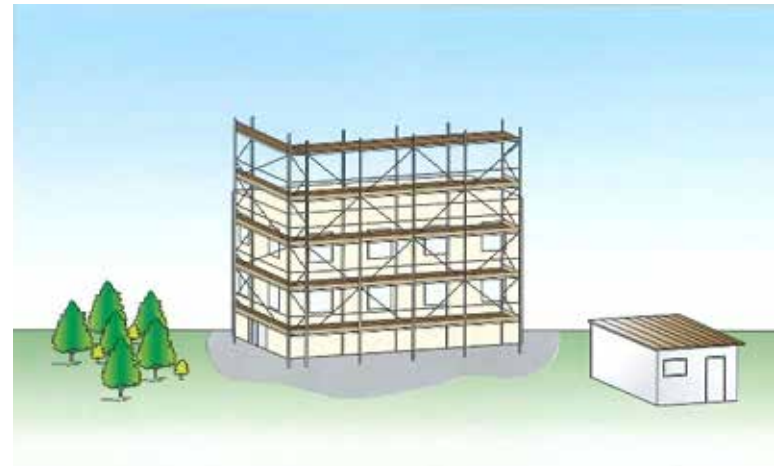
PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

Esempio 1 (fonte TuttoNormel)

Si consideri un ponteggio (forma a L) addossato ad un edificio, ubicato nel comune di Bologna ($N_t = 2,5$ fulmini/km² anno), avente le seguenti dimensioni:

- larghezza: 2 m;
- lunghezza: 150 m;
- altezza: 35 m.

Il rischio calcolato ($R_A = 8,36 \cdot 10^{-9}$) risulta inferiore al limite tollerato dalla norma ($R_T = 10^{-5}$) e pertanto non occorre adottare misure di protezione e denunciare, ai sensi del DPR 462/01, il ponteggio.



PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

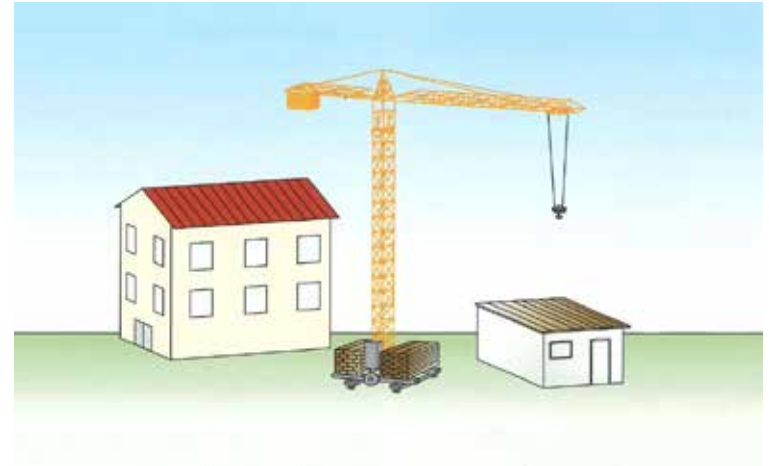
Esempio 2 (fonte TuttoNormel)

Si consideri una gru al servizio di un cantiere edile, ubicato nel comune di Roma ($N_t = 4$ fulmini/km² anno), avente le seguenti dimensioni:

- larghezza del braccio: 1,5 m;
- lunghezza del braccio: 52 m;
- altezza: 40 m.

Le strutture circostanti la gru sono di altezza inferiore, pertanto, il coefficiente di posizione vale $C_d = 0,5$.

Il rischio calcolato ($R_A = 1,16 \cdot 10^{-5}$) supera il limite tollerato dalla norma ($R_T = 10^{-5}$) e pertanto occorre adottare misure di protezione e denunciare, ai sensi del DPR 462/01, la gru.

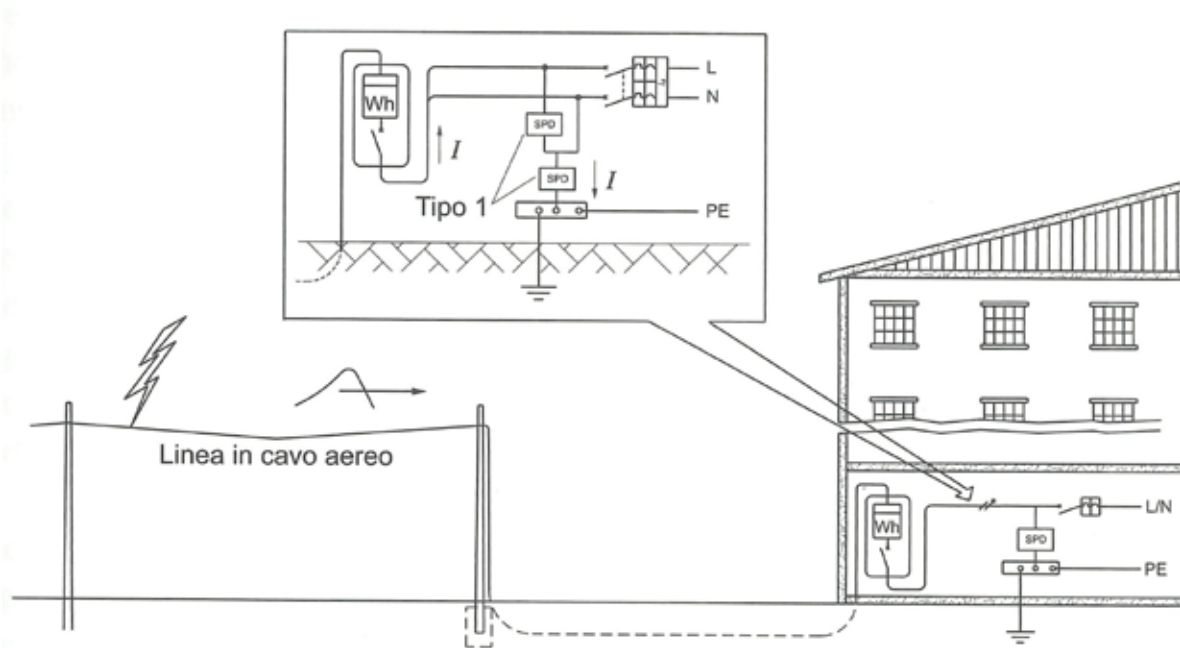


PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

Se il ponteggio o la gru sono autoprotetti e quindi non sono di notevoli dimensioni, non occorre fare nulla.

Se, invece, il ponteggio o la gru richiedono un impianto di protezione, occorre inviare, entro 30 giorni dalla messa in servizio della struttura, copia della dichiarazione di conformità relativa all'impianto di protezione (priva di allegati) all'Asl/Arpa ed all'Ispesl territorialmente competenti per adempiere all'obbligo di denuncia ed incaricare, ogni due anni, l'Asl/Arpa o un organismo abilitato per le verifiche periodiche.

PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI



L'installazione di un SPD a monte del dispositivo di massima corrente ad arrivo linea evita che parte della corrente di fulmine, dovuta alla fulminazione diretta della linea, lo attraversi danneggiandolo.

PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

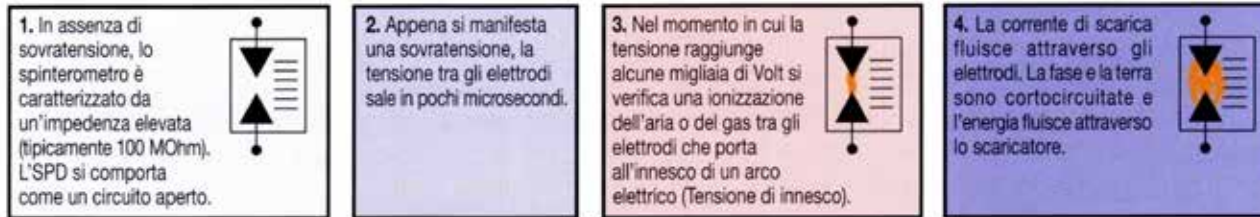
Sovratensioni

Gli SPD (Surge Protective Device), denominati anche "scaricatori", sono progettati per proteggere i sistemi e le apparecchiature elettriche contro le sovratensioni transitorie ed impulsive quali, ad esempio, le sovratensioni causate dai fulmini e quelle generate da manovre elettriche.

PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

Sovratensioni

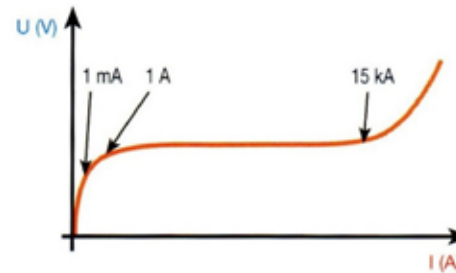
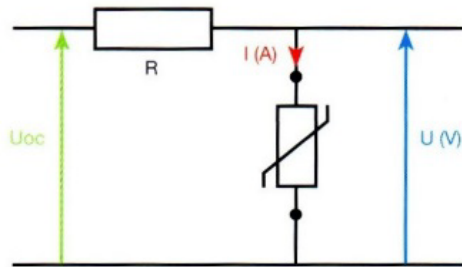
Gli SPD a commutazione, basano il loro funzionamento sugli spinterometri e pertanto sono caratterizzati da un'impedenza elevata quando non vi sono sovratensioni. Il loro comportamento è il seguente:



PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

Sovratensioni

Gli SPD a varistori, detti anche a limitazione di tensione, sono resistori con impedenza comandata dalla tensione, aventi una caratteristica esterna non lineare.



Al manifestarsi della sovratensione l'impedenza del varistore, normalmente maggiore di $1\text{M}\Omega$, cade bruscamente in pochi nanosecondi a valori inferiori a $1\ \Omega$.

PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

Sovratensioni

La Norma sugli SPD e la IEC 61643-11 che prevede tre classi di prova per gli scaricatori:

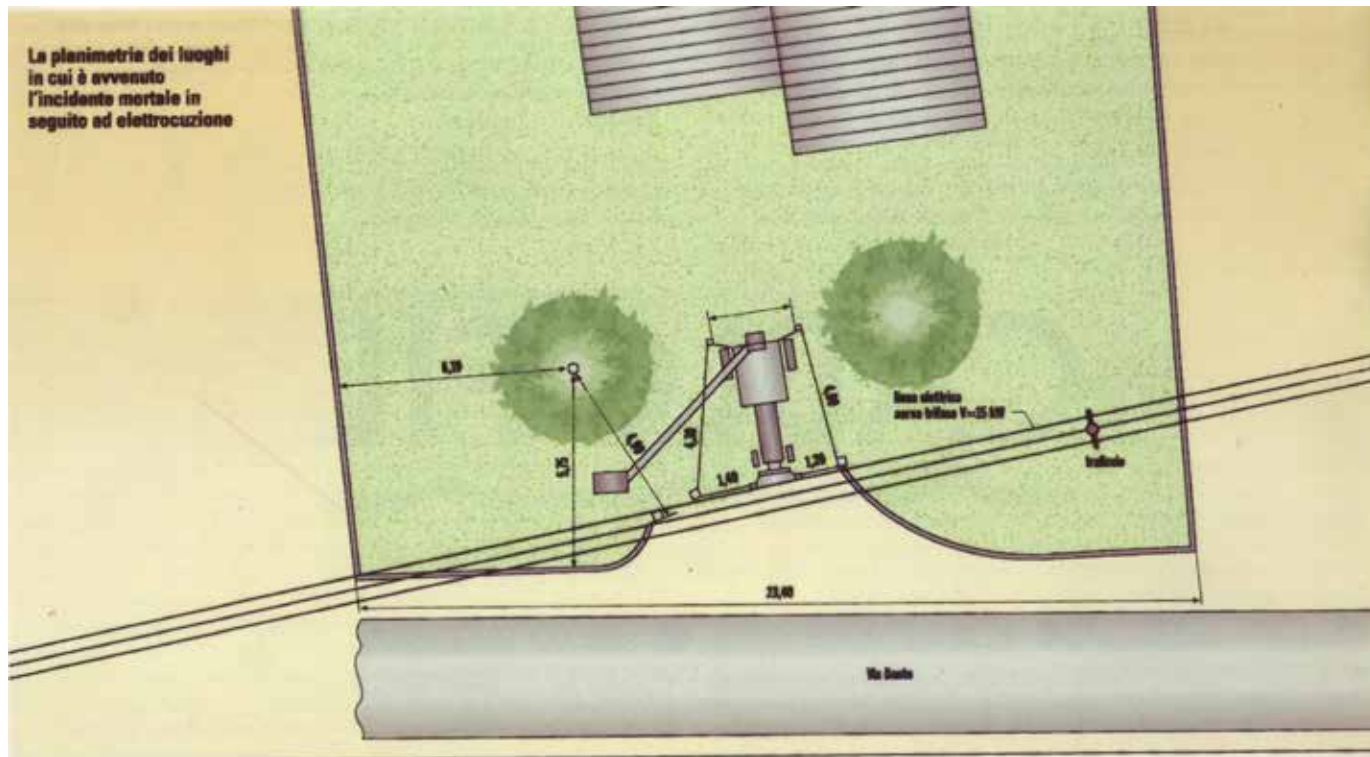
- Tipo 1: dispositivo di protezione dalle sovratensioni progettato per deviare verso terra l'energia associata ad una fulminazione diretta. Il parametro di prova è la corrente di scarica con forma d'onda 10/350 μ s.
- Tipo 2: dispositivo di protezione dalle sovratensioni progettato per far defluire l'energia associata ad una fulminazione indiretta o ad una manovra sulla rete. Il parametro di prova è la corrente di scarica con forma d'onda 8/20 μ s.
- Tipo 3: dispositivo provato con un generatore ad onda combinata avente forma d'onda 1/50 μ s a circuito chiuso in cortocircuito. Sono destinati alla protezione "fine" quando le apparecchiature sono alimentate da circuiti già protetti a monte da SPD di tipo 1 o 2.

LAVORI IN VICINANZA



LAVORI IN VICINANZA

Infortunio mortale



LAVORI IN VICINANZA

Infortunio mortale

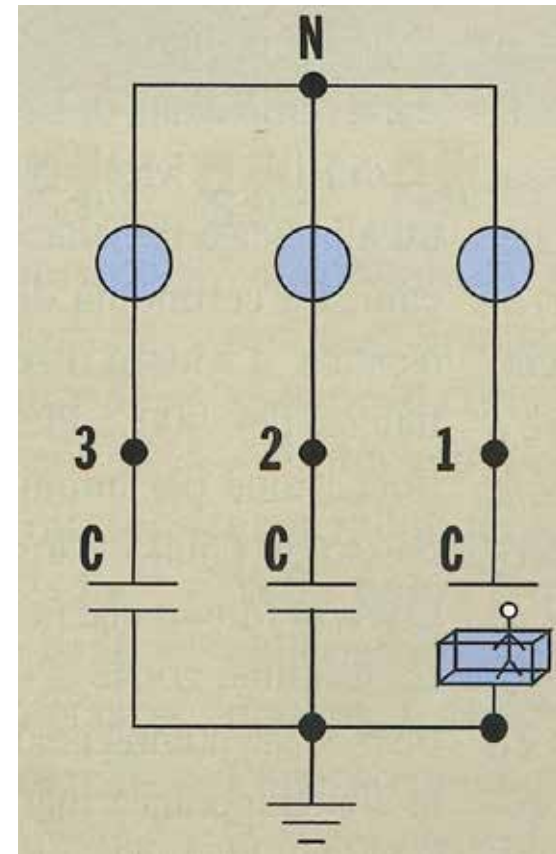
D.P.R. 7 gennaio 1956 n°164



LAVORI IN VICINANZA

Infortunio mortale

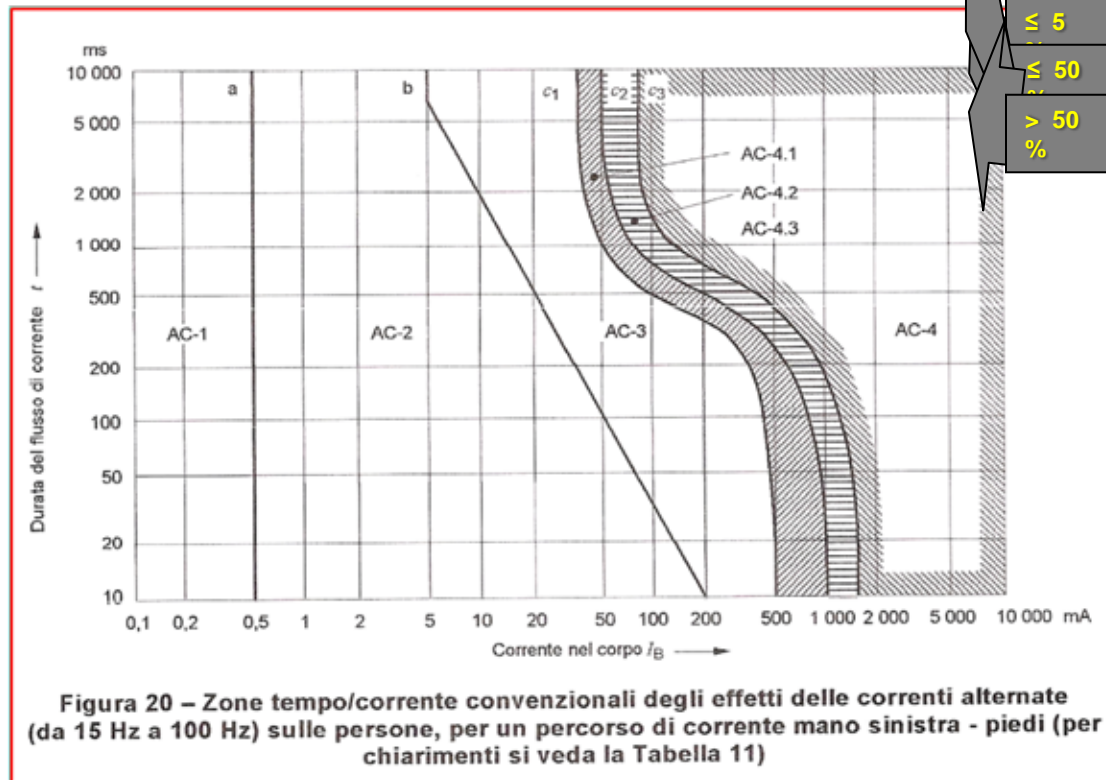
Folgorazione provocata da
una corrente capacitiva



LAVORI IN VICINANZA

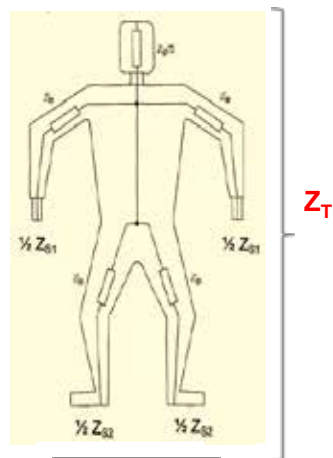
Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano e degli animali domestici
Requisiti di protezione contro lo shock elettrico

Tabella 21 Norma CEI 64 -18 per correnti alternate



LAVORI IN VICINANZA

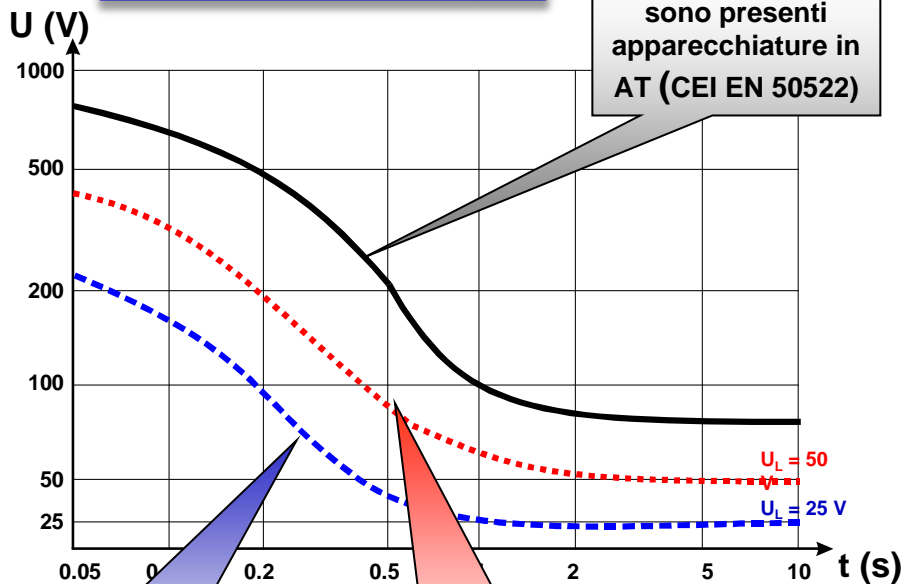
Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano e degli animali domestici
Requisiti di protezione contro lo shock elettrico



R_F = resistenza addizionale verso terra

della persona, stimata:
 1000 Ω per gli ambienti ordinari
 200 Ω per gli ambienti particolari

Curve tensione tempo



Ambienti in cui sono presenti apparecchiature in AT (CEI EN 50522)

BT - ambienti particolari (CEI 64-8/7)

BT - ambienti ordinari (CEI 64-8/4)

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.

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

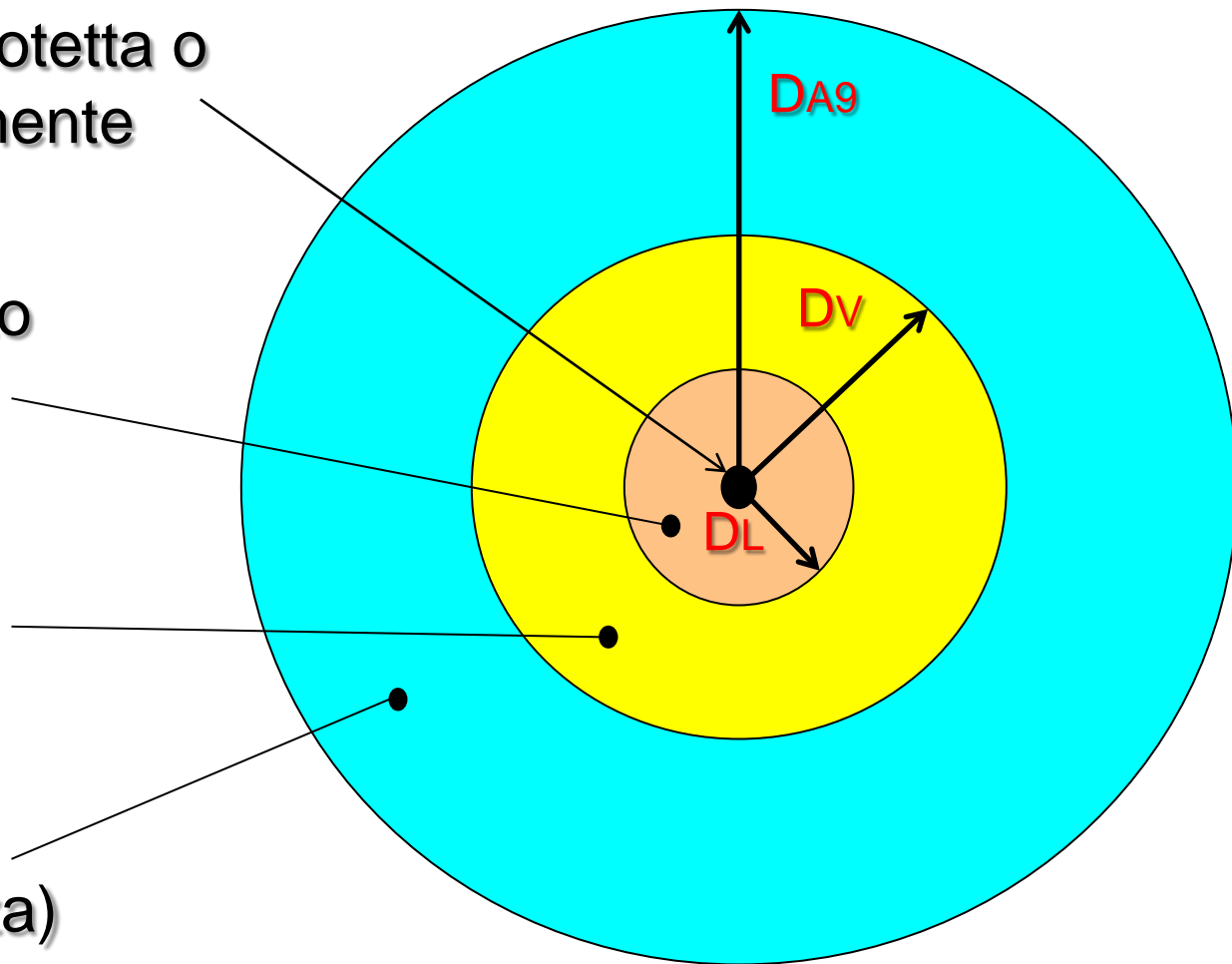
LAVORI ELETTRICI - Distanze D_L D_V $DA9$ - Norma CEI 11-27

Parte attiva non protetta o
non sufficientemente
protetta

Zona di lavoro sotto
tensione

Zona di lavoro in
prossimità (zona
prossima)

Zona di lavoro
non elettrico
(lavori in vicinanza)



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 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 comporti 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 (≤ 35 kV)
 - **3 m** per linee AT (> 35 kV)

LAVORI IN VICINANZA

Le precedenti distanze non si applicano al transito veicolare ed al transito pedonale.

Se il datore di lavoro deve lavorare oltre le distanze prima indicate senza superare D_v , deve predisporre un documento di valutazione delle distanze e delle condizioni di sicurezza rivolgendosi per la valutazione a un PES oppure a un professionista esperto della Norma CEI 11-27.

Esempio di documento di valutazione delle distanze

Ditta/Società: Azienda Agricola “IL BOSCO”

Ubicazione: via Ai Campi n. 8 - 06049 Spoleto

Tipo di Lavoro da effettuare: Lavori agricoli di varia natura

Tipologia della linea elettrica che genera il rischio elettrico

Linea aerea in Media Tensione a 15 kV con conduttori nudi esercita da Enel Distribuzione che attraversa una parte dei terreni dell’Azienda Agricola “Il Bosco”.

Individuazione dell’area di lavoro:

Volume circoscritto dalla distanza di rispetto di 3,5 m dalla verticale dei conduttori più esterni della linea elettrica.

L’Azienda Agricola ha necessità di utilizzare attrezzature e mezzi che eccedono i limiti di 4 m indicati nell’art. 6.5 della Norma CEI 11-27, e che conseguentemente potrebbero invadere la zona prossima delimitata dalla distanza D_V .

Distanza specificata individuata:

Si è proceduto ad una serie di misurazioni dell’altezza dei conduttori della linea dal terreno nei punti in cui la freccia della campata appariva a vista maggiore. Il punto più basso di un conduttore dal suolo è risultato di 6,85 m.

Nota: Le misure sono state eseguite con un misuratore laser o con un teodolite.

Esempio di documento di valutazione delle distanze

Disposizioni Organizzative e procedurali da adottare

Il D.Lgs. 81/08, art. 83, vieta di eseguire lavori non elettrici in vicinanza di impianti o linee elettriche con parti in tensione accessibili, a distanze inferiori a quelle indicate nella Tabella 1 dell'All. IX, che per la tensione di 15 kV è di 3,5 m, salvo che non vengano adottate disposizioni organizzative e procedurali idonee a proteggere i lavoratori dai conseguenti rischi come quelle indicate nelle pertinenti normative tecniche (Norma CEI 11-27).

Conseguentemente poiché la distanza che secondo la Norma CEI 11-27 determina un lavoro elettrico per il quale sono richieste persone addestrate (PES o PAV), è la distanza D_V che per il livello di tensione della linea in oggetto è di 1,16 m e una DA9 di 3,5 m.

Si deve procedere ad un calcolo che garantisca il rispetto della D_{WV} , e la conseguente altezza massima a cui potrà essere posizionata la testa del lavoratore, una distanza ergonomica che preveda i movimenti dello stesso e l'attrezzatura da lui maneggiata.

Per poter calcolare la distanza (a partire dal capo del lavoratore) si dovrà verificare che venga garantita la seguente formula:

$$D_{WV} = D_V + E + L$$

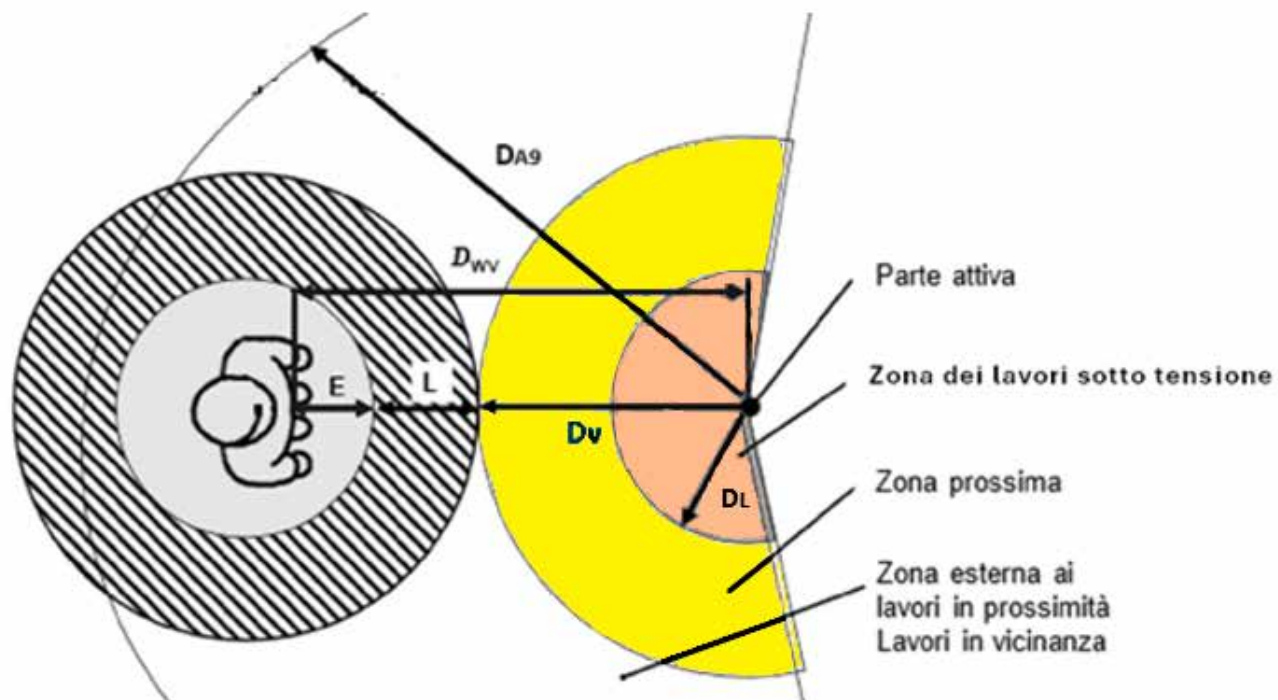
SEGUE

NORMA CEI 11-27

Distanza di lavoro minima D_W

Distanza di lavoro minima all'esterno della zona prossima (D_{WL})

$$D_{WV} = D_V + L + E$$



D_V = distanza limite di prossimità

L = dimensione longitudinale degli oggetti

E = distanza ergonomica

Esempio di documento di valutazione delle distanze

Se si pensa di utilizzare una cesoia di 60 centimetri, considerati i movimenti del lavoratore pari a 50 cm e ipotizzati altri 50 cm (per tener conto dell'effetto degli sbandamenti laterali dei conduttori dovuti all'azione del vento e/o degli abbassamenti di quota dovuti alle condizioni termiche), si avrà:

$$D_{WV} = 1,16 + 0,60 + 0,50 = 2,76 \text{ m}$$

Da cui deriva che il capo della persona, non potrà superare la D_{WV} .

Per garantire il rispetto di questa distanza si deve sottrarre la D_{WV} dall'altezza del conduttore dal suolo ed ottenere l'altezza massima praticabile.

L'altezza massima praticabile sarà pari alla distanza dal suolo del conduttore - D_{WV} .

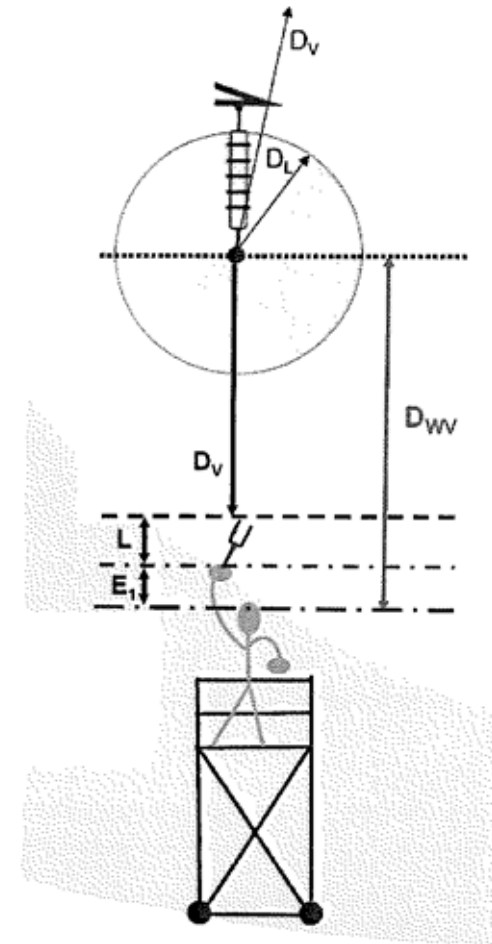
$$6,85 - 2,76 = 4,09 \text{ m}$$

Tale misura sarà determinata dall'altezza del lavoratore sommata all'altezza del trabattello.

SEGUE

Esempio di valutazione delle distanze

Se per attività particolari nello spazio di lavoro non si riesce a rispettare l'altezza sopra indicata (4,61 m), è necessario contattare l'esercente della linea per l'installazione di impedimenti o per la messa fuori tensione e in sicurezza della linea per tutta la durata dei lavori.



Esempio di distanza D_{WV} per lavori sotto parti attive

LAVORI IN VICINANZA



- Per i lavori svolti a distanza $D_v < d < DA9$ 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 ELETTRICI (a contatto; in prossimità)

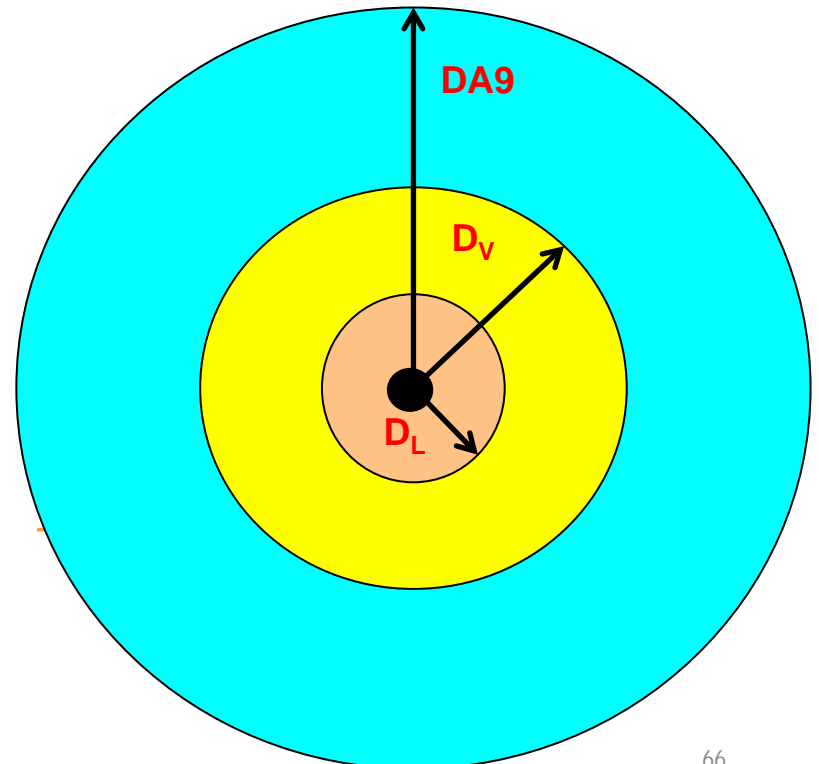


LAVORI ELETTRICI

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.

Nota: 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

Tensione nominale del sistema (valore efficace) U_N [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

Ulteriori precisazioni

Non sono considerati lavori elettrici:

- la costruzione di un nuovo impianto non ancora collegato a fonte di alimentazione (eccetto verifica di eventuali parti prossime o fenomeni di induzione da altri impianti in esercizio),
- le manovre di apparecchiature elettriche costruite ed installate a regola d'arte.

LAVORI ELETTRICI

NORMA CEI 11-27

Art. 82 D. Lgs. 81/2008

È vietato eseguire i lavori sotto tensione. Tali lavori sono tuttavia consentiti nei casi in cui le tensioni su cui si opera sono di sicurezza, secondo quanto previsto dallo stato della tecnica o quando i lavori sono eseguiti nel rispetto delle seguenti condizioni:

- a) le procedure adottate e le attrezzature utilizzate sono conformi ai criteri definiti nelle norme tecniche;
- b) per sistemi di categoria 0 e I purché l'esecuzione di lavori su parti in tensione sia affidata a lavoratori riconosciuti dal datore di lavoro come idonei per tale attività secondo le indicazioni della pertinente normativa tecnica;
- c) per sistemi di II e III categoria purché:
 - 1) i lavori su parti in tensione siano effettuati da aziende autorizzate, ad operare ai sensi del DM 04/02/2011 emanato dal Ministero del lavoro e delle politiche sociali di concerto con il Ministero della salute, riguardante i lavori sotto tensione su impianti elettrici alimentati a frequenza industriale a tensione superiore a 1.000 V;
 - 2) l'esecuzione di lavori su parti in tensione sia affidata a lavoratori abilitati dal datore di lavoro conformemente alle disposizioni dello stesso DM 04/02/2011.

LAVORI ELETTRICI

N O R M A I T A L I A N A C E I

Norma Italiana

CEI EN 50110-1

La seguente Norma è identica a: EN 50110-1:2013-03.

Data Pubblicazione

2014-01

Titolo

**Esercizio degli impianti elettrici
Parte 1: Prescrizioni generali**

N O R M A I T A L I A N A C E I

Norma Italiana

CEI 11-27

Data Pubblicazione

2021-09

Titolo

Lavori su impianti elettrici

Norma CEI 11-27 Ed. 2025

Confronto tra figure professionali tra
Norma CEI 11-27:2021, Norma CEI 11-27:2025 e Norma CEI EN 50110-1

Acronimo Norma CEI 11-27:2021	Nuovo acronimo Norma CEI 11-27:2025	Nuova designazione Norma CEI 11-27:2025	Nuova designazione Norma CEI EN 50110-1:2024	Acronimo Norma CEI EN 50110-1:2024
URI	GI	Gestore impianto	Installation manager	IM
RI	RI	Responsabile impianto	Operation controller	OC
URL	GL	Gestore programmazione lavoro	-	-
PL	RLE	Responsabile del lavoro elettrico	Work controller	WC
-	LAV	Lavoratore	Worker	W

Figure professionali

Responsabilità del RI

L'RI deve essere sempre un PES.

Le responsabilità dell'RI sono:

- Redigere e firmare i piani di lavoro;
- Prendere visione del metodo e organizzazione del lavoro decisa da GL/RLE;
- Svolgere azione di collegamento tra GL e/o RLE e le altre funzioni durante il lavoro;
- Attuare (anche tramite delega scritta ad altra persona con professionalità PES o PAV) le manovre per la messa in sicurezza dell'impianto prima dell'esecuzione del lavoro;
- Adottare provvedimenti per evitare richiusure intempestive, apposizione di eventuali terre nei punti di sezionamento e dei avvisi monitori;

Figure professionali

Responsabilità del RI

- Identificare e delimitare lo spazio di lavoro (la delimitazione può essere fatta in collaborazione con RLE);
- Mantenere le condizioni di sicurezza dell'impianto durante l'esecuzione del lavoro;
- Consegna dell'impianto al RLE con relativa autorizzazione di inizio lavoro;
- Ricevere la conclusione lavoro dal RLE e ripristino del normale assetto di esercizio;
- Riconsegnare l'impianto alla GI, se del caso.

Figure professionali

Responsabilità del **RLE**

- Eventuale compilazione e firma del Piano di intervento o condivisione e firma dell'eventuale Piano di intervento o compilato e firmato dal GL;
- condurre operativamente i lavori secondo l'eventuale Piano di intervento;
- prendere in carico l'impianto elettrico o di sua parte da RI e successiva riconsegna;
- per lavori fuori tensione, verificare l'assenza di tensione e, nei casi previsti, installazione della messa a terra e in cortocircuito sul posto di lavoro.

Figure professionali

Responsabilità del RLE

- se previste, adotta le procedure per i lavori in prossimità di parti attive;
- verificare all'inizio e durante l'attività lavorativa , della sussistenza delle condizioni previste dall'eventuale Piano d'intervento;
- assegnare i compiti ai diversi operatori;
- illustrare gli obiettivi dell'intervento e dei compiti assegnati (coadiuvato se serve da liste di controllo);
- controllare il comportamento del personale, anche in relazione all'uso di attrezzature e DPI;
- collegarsi con il RI e con altre figure interessate ai lavori;
- decidere inizio, continuazione, sospensione, ripresa, termine dei lavori, (anche in base alle condizioni atmosferiche).

Figure professionali

Responsabilità del **RLE**

IL RLE deve essere un PES e deve essere sempre presente sul luogo di lavoro per tutta la durata della attività lavorativa per effettuare la supervisione.

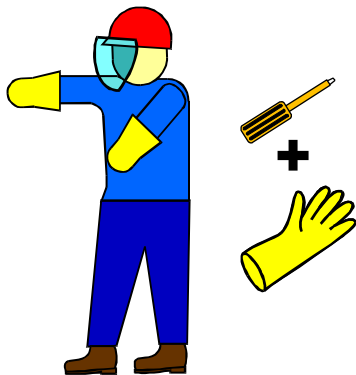
NORMA CEI 11-27

Regole da rispettare per eseguire lavori elettrici fuori tensione

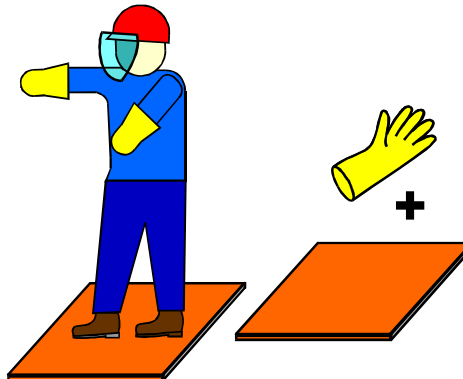
- 1) Sezionare completamente la parte di impianto interessata dal lavoro (separarla da tutte le possibili fonti di alimentazione).
- 2) Prendere provvedimenti contro le richiusure.
- 3) Verificare che l'impianto sia fuori tensione.
- 4) Eseguire l'eventuale messa a terra ed in cortocircuito.
- 5) Realizzare le misure di protezione verso eventuali parti attive adiacenti.

NORMA CEI 11-27

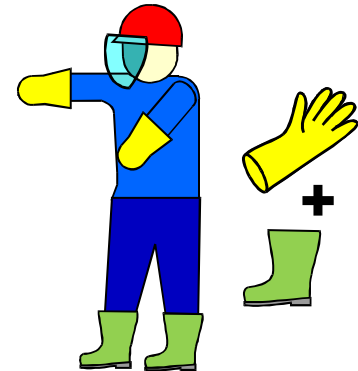
A

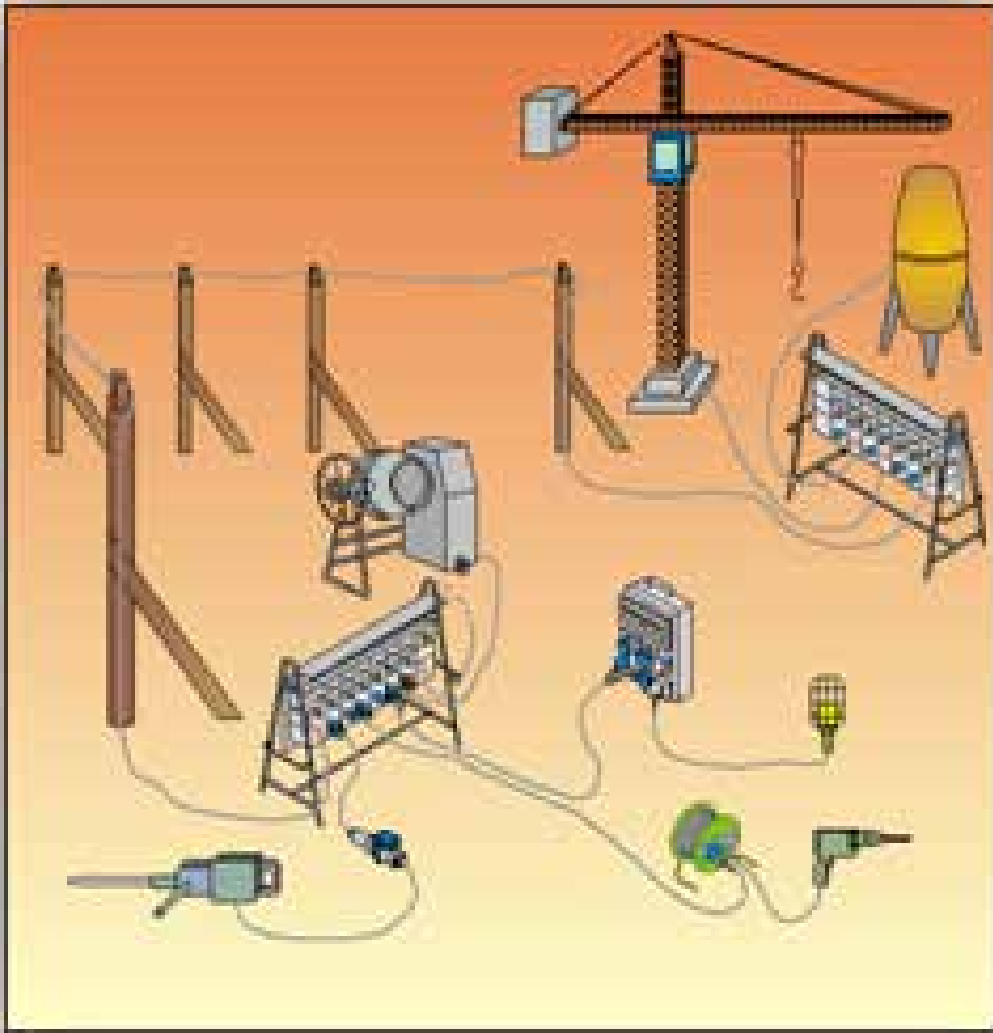


B



C





Grazie dell'attenzione



Antonio Porro