

# Allegato 1 Fase 2

## La sicurezza sui luoghi di lavoro

T.U. - D.Lgs. 81/08

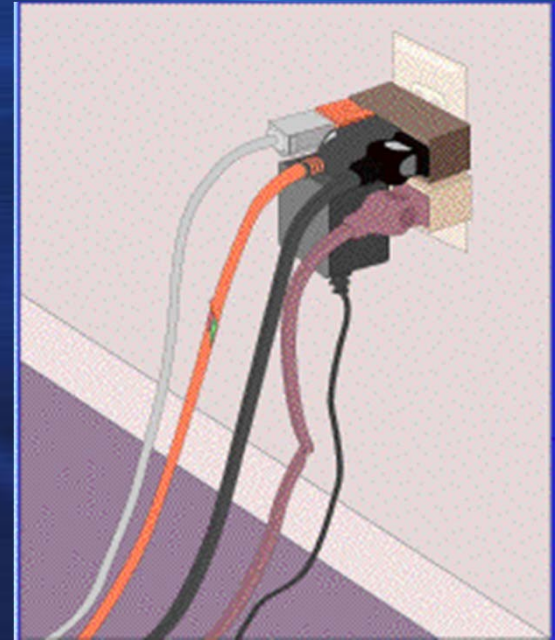
Rischio elettrico



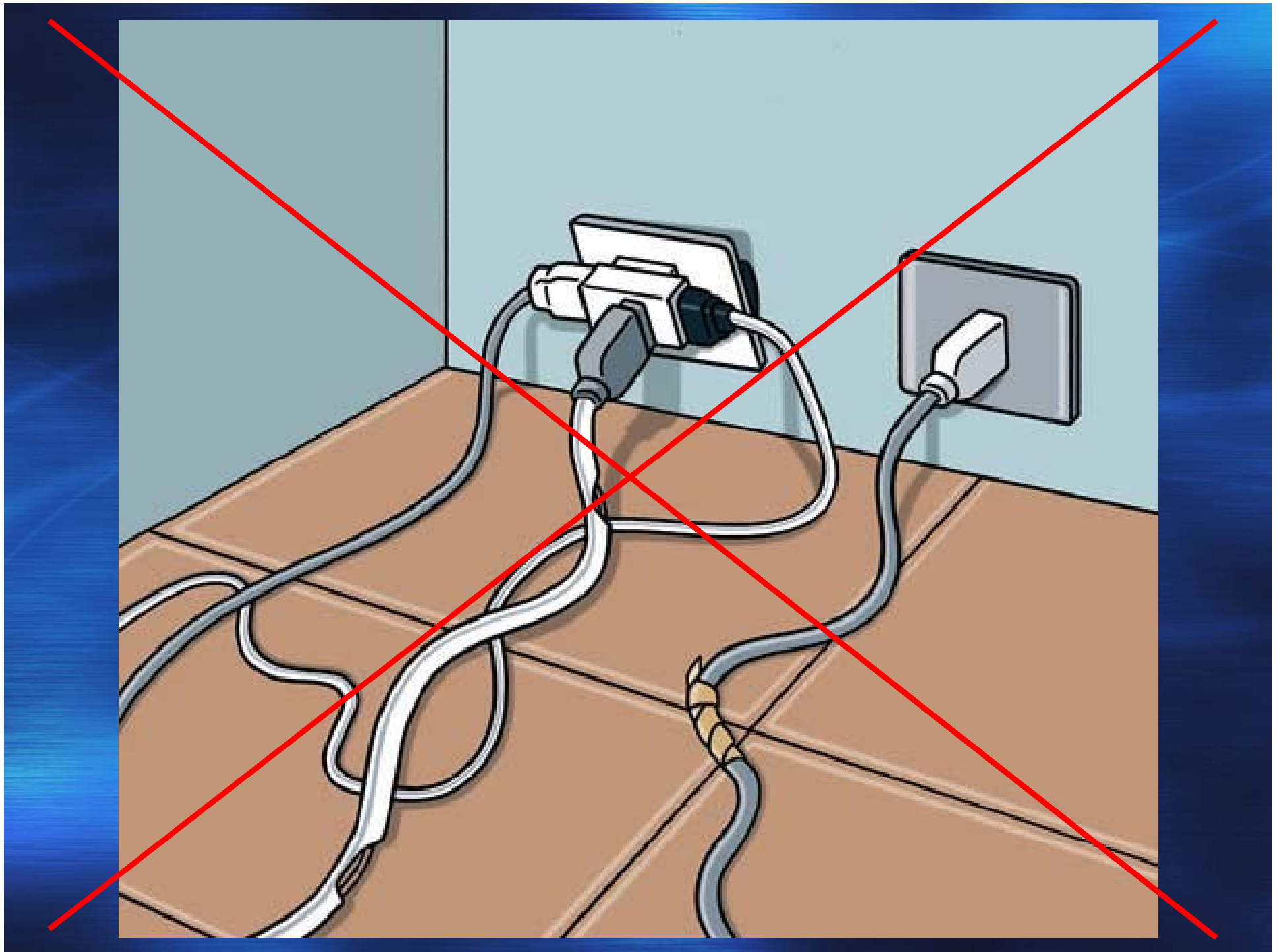
# Rischio ELETTRICO

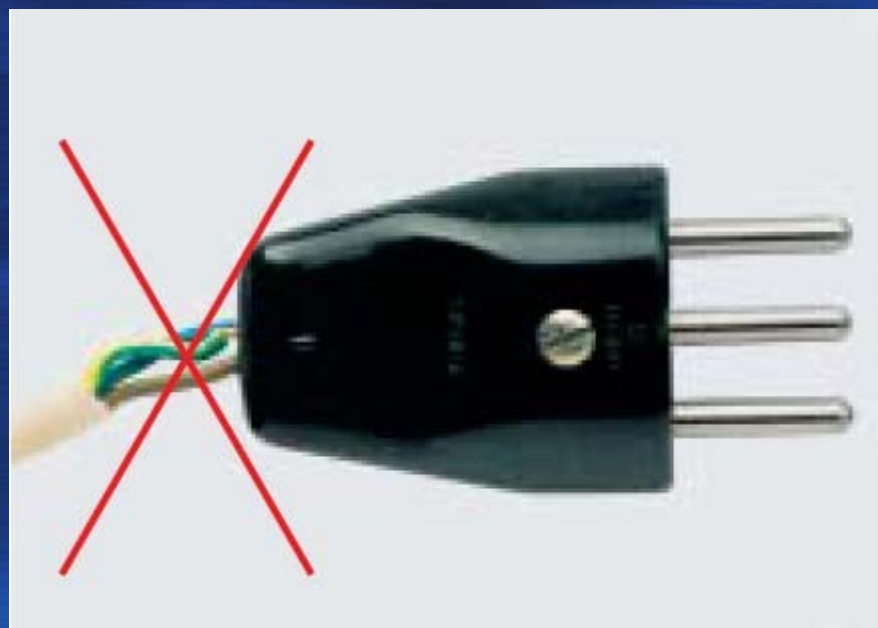
L'uso della corrente elettrica per l'alimentazione di macchine e impianti è ormai imprescindibile. Il rischio connesso all'uso di energia elettrica è pertanto molto rilevante e può causare gravi danni a persone e cose.

Le statistiche rilevano che l'elettricità è anche tra le cause principali di **incendi**







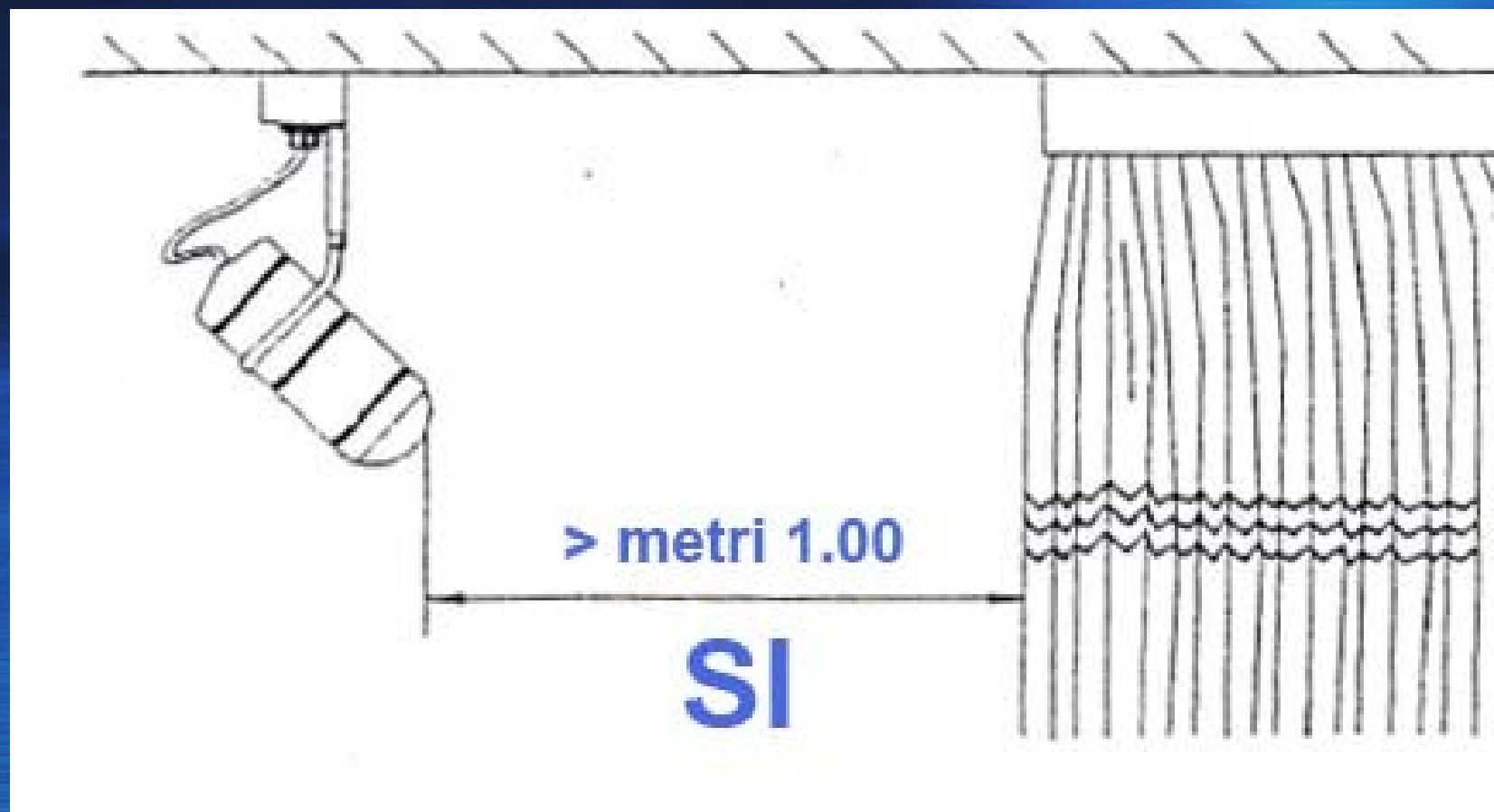




## *Innesco incendi/esplosioni*

*Cortocircuito: è una condizione di guasto che, a causa dell'elevata intensità della corrente, può comportare in assenza di intervento, il raggiungimento di temperature superiori a quelle di accensione dei materiali.*

*Sovraccarico: è una condizione anomala di funzionamento, in conseguenza del quale i circuiti elettrici sono percorsi da una corrente superiore rispetto a quella per la quale sono stati dimensionati. La non tempestiva interruzione dà origine (effetto joule) al surriscaldamento dei cavi o di altri componenti dell'impianto che può degenerare in un principio d'incendio*



Allontanare le tende o altro materiale combustibile da faretti e lampade

- **elettrocuzione**

- contatti diretti
- contatti indiretti

- **esplosione**

- innesco

## **rischi elettrici**

- **incendio**

- innesco
- propagazione

- **ustione**

- limiti di temperatura nel funzionamento ordinario



# Rischio ELETTRICO

L'elettrocuzione (scossa elettrica) si ha con il contatto tra corpo umano ed elementi in tensione elettrica, con conseguente attraversamento di corrente attraverso lo stesso.

La condizione perché ci sia elettrocuzione è che la corrente abbia un punto di entrata (punto di contatto) e un punto di uscita (zona del corpo in contatto con altri conduttori).

Se il corpo è isolato (scarpe di gomma), anche in caso di contatto con elementi in tensione (es. una mano) non si ha il passaggio di corrente; se invece si hanno piedi nudi e bagnati si ha circolazione di corrente nel percorso mano-piedi, con relative conseguenze.

# Rischio ELETTRICO

Quando una persona viene a contatto con parti in tensione avverte l'effetto "scossa" dovuto al passaggio, nel suo corpo, di una corrente elettrica che entra nel punto di contatto e si scarica di norma a terra tramite altra parte del corpo.



Quando la tensione supera i 25 volt e il corpo umano è in condizioni di minima resistenza interna (pelle sudata, pavimento bagnato) si può già incorrere in condizioni di pericolo grave.

# Rischio ELETTRICO

**ELETTROCUZIONE** = Passaggio di corrente attraverso il corpo umano.

L'effetto dell'elettrocuzione dipende da 5 fattori:



Natura della tensione (CC – CA)

Misurata in Volt



Intensità della corrente

Misurata in Ampere



Durata del contatto

Misurata in Secondi



Percorso della corrente



Condizioni fisiche di isolamento





# Rischio ELETTRICO

Un impianto elettrico è definito in  
**SICUREZZA** quando:

- è progettato,
- è installato,
- ha componenti,
- è mantenuto...

*a «regola dell'arte».*

---

«regola d'arte», così come previsto dalla L. 186 del 1968 e da L. 46/90, D.M. 37/2008.



# Rischio ELETTRICO



Il corpo umano è un conduttore di corrente elettrica e allo stesso tempo offre una certa resistenza al passaggio di c.e.

**Minore è la resistenza (R) offerta dal corpo, maggiore è la corrente (I) che lo attraversa, con relativi effetti:** Legge di Ohm:  $V = R \times I$

Se corpo umano ha indicativamente una resistenza media di 3000 Ohm, una tensione di 60 V provoca una corrente di 20 mA, che è il limite della corrente di distacco (tetanizzazione) per quasi tutte le persone.

■ Esempio in corrente alternata :

- resistenza media del corpo umano bagnato (Ohm) di circa **2000 OHM**;
- contatto con un impianto a **220 Volt**;

$$I = \frac{220 \text{ Volt}}{2000 \text{ OHM}} = 0,11 \text{ Ampere} = 110 \text{ mA}$$

- La **corrente continua** è normalmente meno pericolosa della **corrente alternata** : infatti il valore di **corrente continua** ritenuto potenzialmente in grado di innescare il fenomeno della fibrillazione ventricolare è circa 4 VOLTE più elevato di quello corrispondente in **corrente alternata** .

# Rischio ELETTRICO

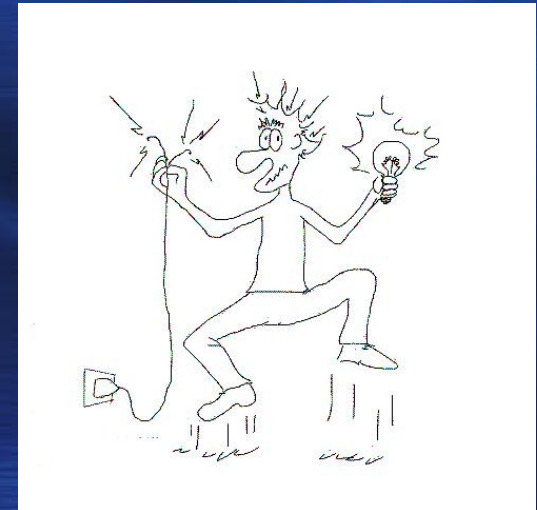
La gran parte della resistenza elettrica del corpo umano è concentrata a livello della PELLE.

Diminuiscono la resistenza della cute:

- ❖ l'umidità
- ❖ il sudore
- ❖ ferite
- ❖ la maggiore superficie di contatto
- ❖ la maggiore durata del contatto
- ❖ la maggiore pressione di contatto

Aumentano la resistenza della cute:

- ❖ indurimenti o calli



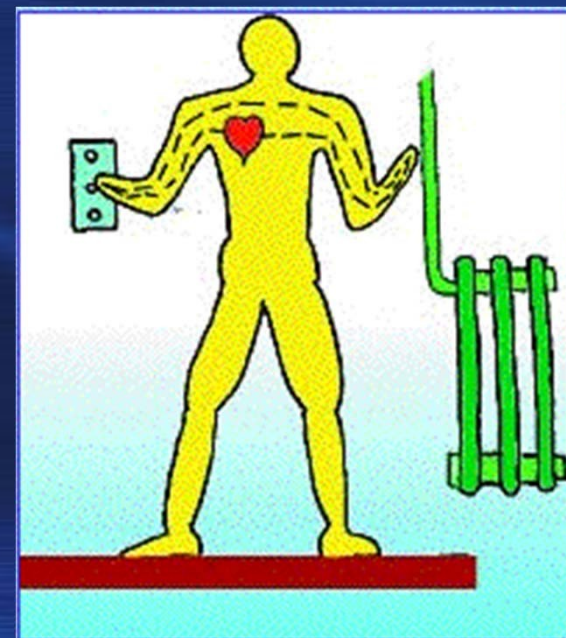


# Rischio ELETTRICO

## EFFETTI SUL CORPO UMANO

La pericolosità di un “**contatto elettrico**” dipende dall’intensità della corrente che attraversa il corpo umano, dalla durata dell’evento...

ma soprattutto dal percorso di transito (cioè dagli organi coinvolti)...





# Rischio ELETTRICO

## EFFETTI SUL CORPO UMANO

Gli effetti del passaggio di corrente elettrica nel corpo umano possono determinare:

- ➡ **Tetanizzazione** – blocco parziale della muscolatura
- ➡ **Fibrillazione ventricolare** – moto scoordinato del muscolo cardiaco
- ➡ **Ustione alla cute** – in forma più o meno grave
- ➡ **Asfissia** – per paralisi dei muscoli respiratori

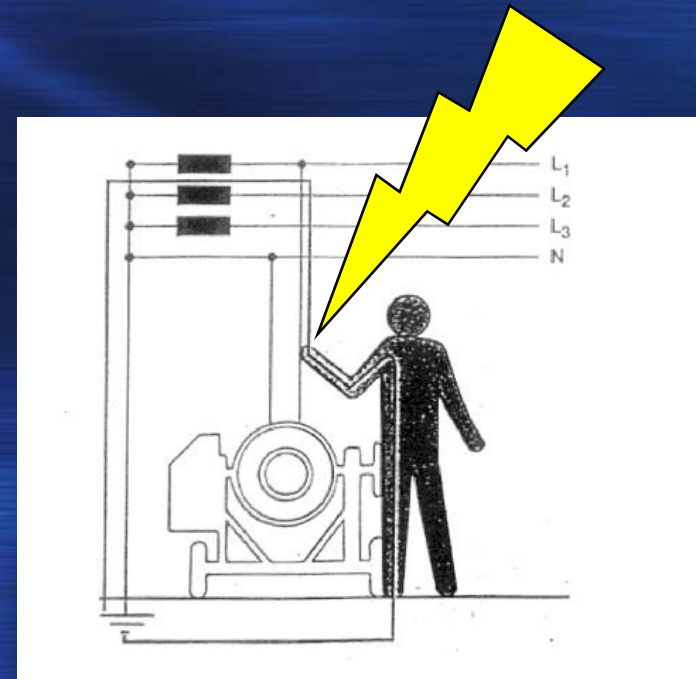
# Rischio ELETTRICO

## TIPO DI CONTATTO

La gravità del danno può dipendere fortemente dal tipo di contatto che può essere:

## CONTATTO DIRETTO

Si ha quando il corpo viene a contatto con una parte metallica normalmente in tensione: conduttori scoperti, spine difettose, morsetterie, ecc.



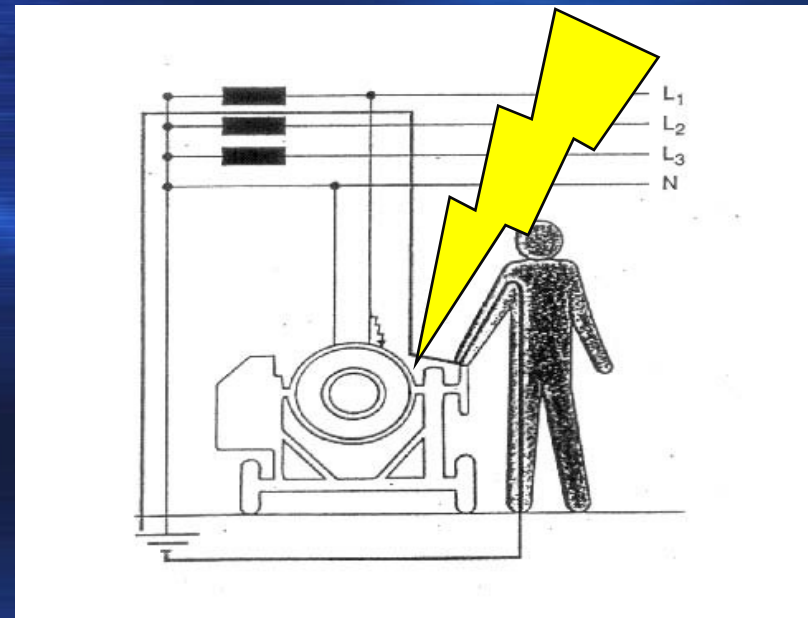
# Rischio ELETTRICO

## CONTATTO INDIRECTO

Può rappresentare il tipo di contatto più pericoloso in quanto spesso è improvviso e sconosciuto.

Si ha quando il corpo umano viene a contatto con una parte metallica normalmente non in tensione “isolata”.

Ciò avviene per guasti, cedimento dell'isolamento, ecc.





# Rischio ELETTRICO

## CONTATTO DIRETTO CONTEMPORANEO

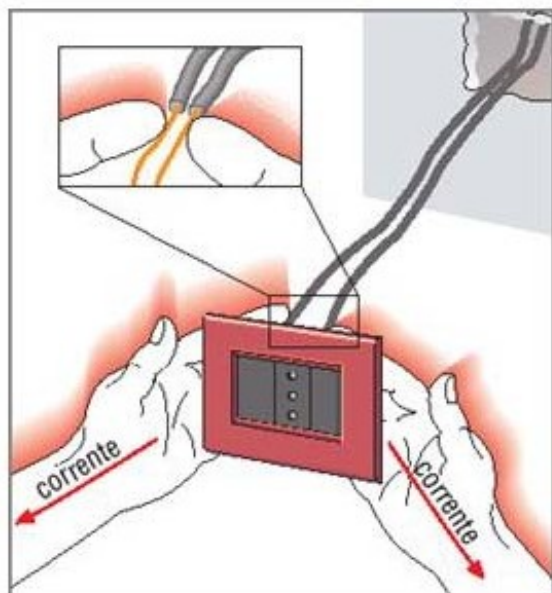
Si ha quando il corpo viene a contatto con due parti in tensione (in genere due conduttori)

Spesso avviene per grave errore umano (elettrocuzione su linea elettrica) e ha quasi sempre **gravi conseguenze**





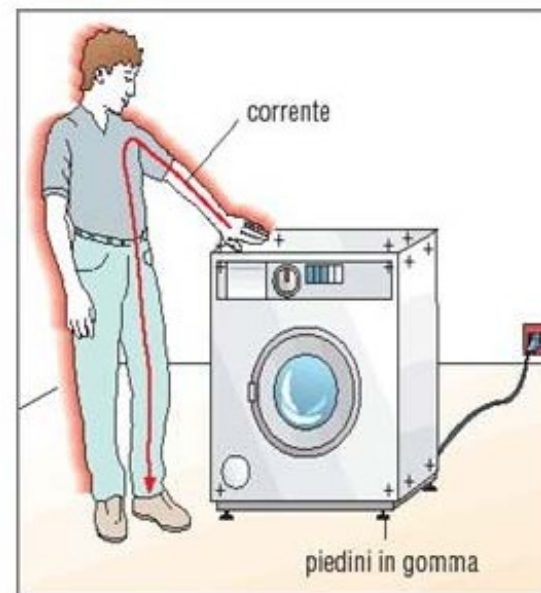
# La scossa elettrica



**Contatto diretto:**  
la persona sta sistemando la presa senza avere staccato l'interruttore generale e per errore tocca i cavi.



**Contatto diretto:**  
la donna tocca un filo scoperto in tensione senza saperlo; se le suole sono di gomma non prende la scossa.



**Contatto indiretto:**  
il ragazzo tocca la lavatrice che è in tensione per un cavo elettrico difettoso a sua insaputa.

# Rischio ELETTRICO

## PROTEZIONE dalla C.E.

**CONTATTO  
DIRETTO**



**Sistemi di  
protezione  
TOTALI**

- Isolamento
- Involucri
- Barriere

**Sistemi di  
protezione  
PARZIALI**

- Ostacoli
- Distanziamento

**CONTATTO  
INDIRETTO**



**Sistemi di  
protezione  
ATTIVI**

**Messa a  
terra  
+  
Protezione  
differenziale**

**Sistemi di  
protezione  
PASSIVI**

- Bassissima tens.
- Doppio isolamento
- Luoghi non conduttori
- Locali isolanti
- Separazione elettrica

# Rischio ELETTRICO

## PROTEZIONE dalla C.E.

Le cause di infortunio per causa elettrica sono quasi sempre da attribuire ad un cattivo isolamento degli impianti o apparecchiature.

La protezione delle persone è basata principalmente su:



Isolamento della parte in tensione (contatti diretti)



Messa a terra dell'impianto e delle apparecchiature  
(contatti indiretti)



Adozione di dispositivi di protezione (cont. indiretti)



# Rischio ELETTRICO

## NORMA CEI 64-8

Viene definito come isolante qualsiasi **barriera fisica** (involucro) che si interpone tra la parte in tensione e la persona (contatto diretto).

Il grado di isolamento fisico di un impianto e/o apparecchiatura si misura in IP (International Protection).

Il grado IP varia in base al luogo in cui viene costruito l'impianto:



Ambiente domestico IP 2X



Ambiente industriale da IP 55 a IP 65



# Grado di protezione (IP) di un involucro o barriera (EN 60 529)

|  |  |            |                             |           |                 |                 |               |                       |                       |            |                          |
|--|--|--|-----------------------------|-----------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------------|-----------------------|------------|--------------------------|
| Prima cifra:<br>Protezione dall'introduzione di corpi estranei |  | Seconda cifra:<br>Protezione dalla penetrazione di acqua (non vapore acqueo o altri liquidi) |                             |           |                 |                 |               |                       |                       |            |                          |
|  |  | IP... 0  | IP... 1                     | IP... 2   | IP... 3         | IP... 4         | IP... 5       | IP... 6               | IP... 7               | IP... 8    | IP... 9K                 |
|  |  | Nessuna protezione   | Acqua gocciolante verticale | ad angolo | Spruzzi d'acqua | Schizzi d'acqua | Getto d'acqua | Getto d'acqua potente | Immersione temporanea | permanente | 100 bar, 16l/min., 80 °C |
| IP 0...<br>Nessuna protezione                                  |    | IP 00  |                             |           |                 |                 |               |                       |                       |            |                          |
| IP 1...<br>Dimensione corpo estraneo 50 mm                     |    | IP 10  | IP 11                       | IP 12     |                 |                 |               |                       |                       |            |                          |
| IP 2...<br>Dimensione corpo estraneo 12 mm                     |    | IP 20  | IP 21                       | IP 22     | IP 23           |                 |               |                       |                       |            |                          |
| IP 3...<br>Dimensione corpo estraneo 2.5 mm                    |   | IP 30  | IP 31                       | IP 32     | IP 33           | IP 34           |               |                       |                       |            |                          |
| IP 4...<br>Dimensione corpo estraneo 1 mm                      |  | IP 40  | IP 41                       | IP 42     | IP 43           | IP 44           |               |                       |                       |            |                          |
| IP 5...<br>Protetto dalla polvere                              |  | IP 50  |                             |           | IP 53           | IP 54           | IP 55         | IP 56                 |                       |            |                          |
| IP 6...<br>Resistente alla polvere                             |  | IP 60  |                             |           |                 |                 | IP 65         | IP 66                 | IP 67                 |            | IP 69K                   |

# Rischio ELETTRICO

## NORMA CEI 11-8

Colorazione della guaina isolante dei conduttori elettrici:

***GIALLO VERDE***

Conduttore di protezione



***BLU -AZZURRO***

Conduttore NEUTRO

***NERO - GRIGIO MARRONE***

Conduttore di FASE

Norma valida per tutti gli impianti con potenza > 1 KW

# Rischio ELETTRICO

## IMPIANTO DI MESSA A TERRA

E' il più importante strumento antinfortunistico atto a proteggere dal contatto indiretto.

Consiste nel collegare tra loro tutte le parti metalliche di un impianto - attrezzatura che potrebbero andare accidentalmente in tensione.

Tramite il conduttore di terra tali parti sono collegate in circuito chiuso al dispersore di terra

**GIALLO VERDE**





# Rischio ELETTRICO

## IMPIANTO DI MESSA A TERRA

**MASSA:** parte conduttrice (per es. involucro) di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizione ordinaria, ma che può andare in tensione in caso di guasto.

Es.

- involucro metallico di quadro elettrico,
- carcasse di motori elettrici,
- armature metalliche di apparecchi d'illuminazione,
- telai metallici di apparecchiature utilizzatrici

# Rischio ELETTRICO

## IMPIANTO DI MESSA A TERRA

**MASSA ESTRANEA:** parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico, che è in grado di introdurre un potenziale (generalmente il potenziale di terra, quando in buon collegamento con il terreno)

Es.

- Tubazioni metalliche (gas, acqua, ecc.)
- Parti strutturali dell'edificio (travature metalliche), canalizzazioni condizionamento
- Ferri del cemento armato
- Ringhiere metalliche ecc.

# Rischio ELETTRICO

## IMPIANTO DI MESSA A TERRA

**Le masse vanno sempre collegate  
all'impianto di terra**

**Le masse estranee vanno collegate  
all'impianto di terra dove la norma  
richiede l'equipotenzialità del luogo  
(es. locali con bagni o docce)**



# Rischio ELETTRICO

## IMPIANTO DI MESSA A TERRA

La predisposizione di un adeguato **IMPIANTO DI TERRA** è l'azione fondamentale per proteggere dai contatti indiretti.

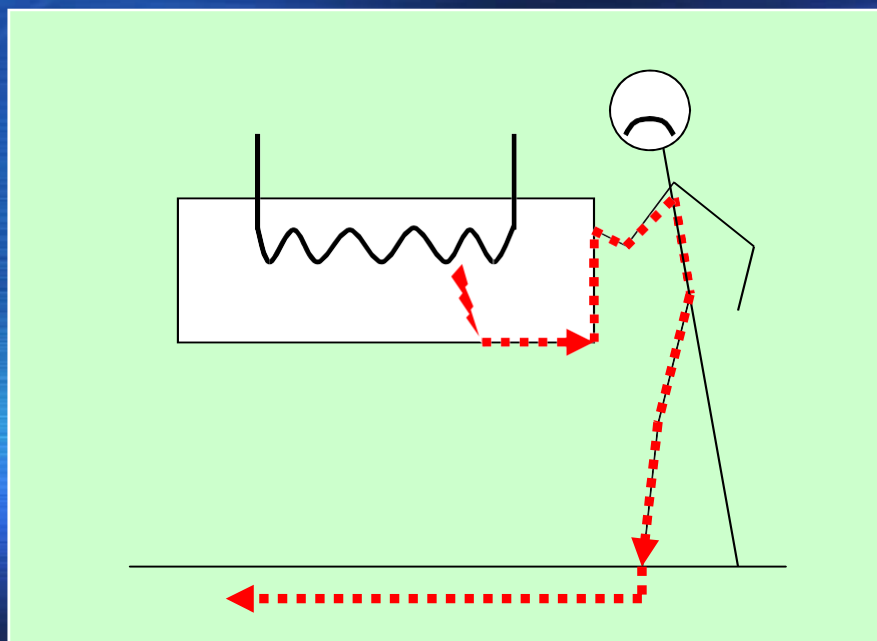
In caso di guasto o difetto di isolamento dell'apparecchio elettrico, tutta la corrente di guasto si scarica attraverso il corpo dell'utilizzatore.

Se invece l'apparecchio è collegato a terra (cioè se è predisposto un altro collegamento, in parallelo, tra l'apparecchio ed il terreno), la corrente può disporre di una via alternativa per scaricarsi a terra.

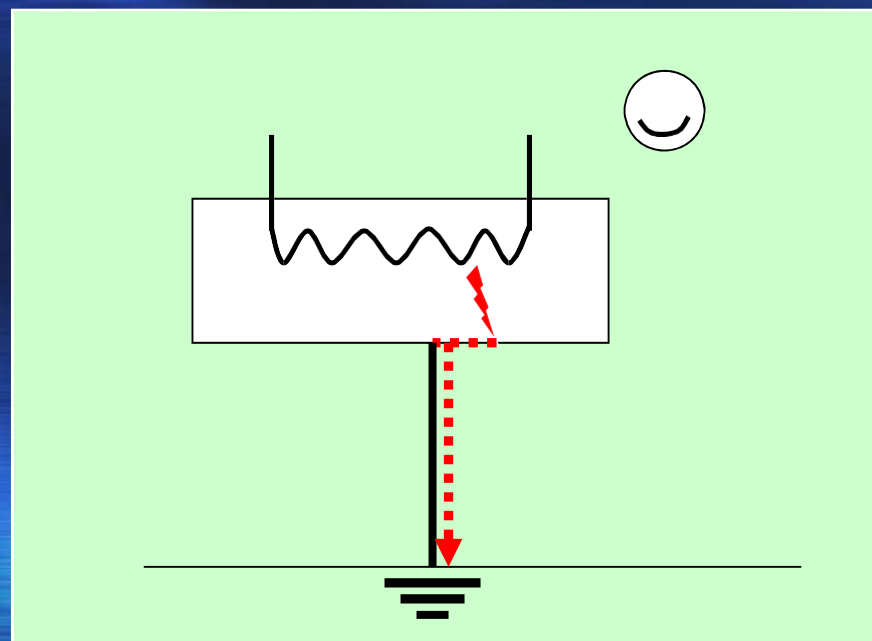
# Rischio ELETTRICO

## IMPIANTO DI MESSA A TERRA

In assenza di impianto di terra (o non funzionante)



In presenza di idoneo impianto di terra



# Rischio ELETTRICO

## IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Mentre la resistenza del corpo umano è sicuramente  $> 1000 \Omega$ , la resistenza dell'impianto di terra è al massimo di qualche decina di ohm ( $\Omega$ ), per cui, in presenza del collegamento di terra, la maggioranza della corrente sceglierà questa via preferenziale a bassa resistenza.

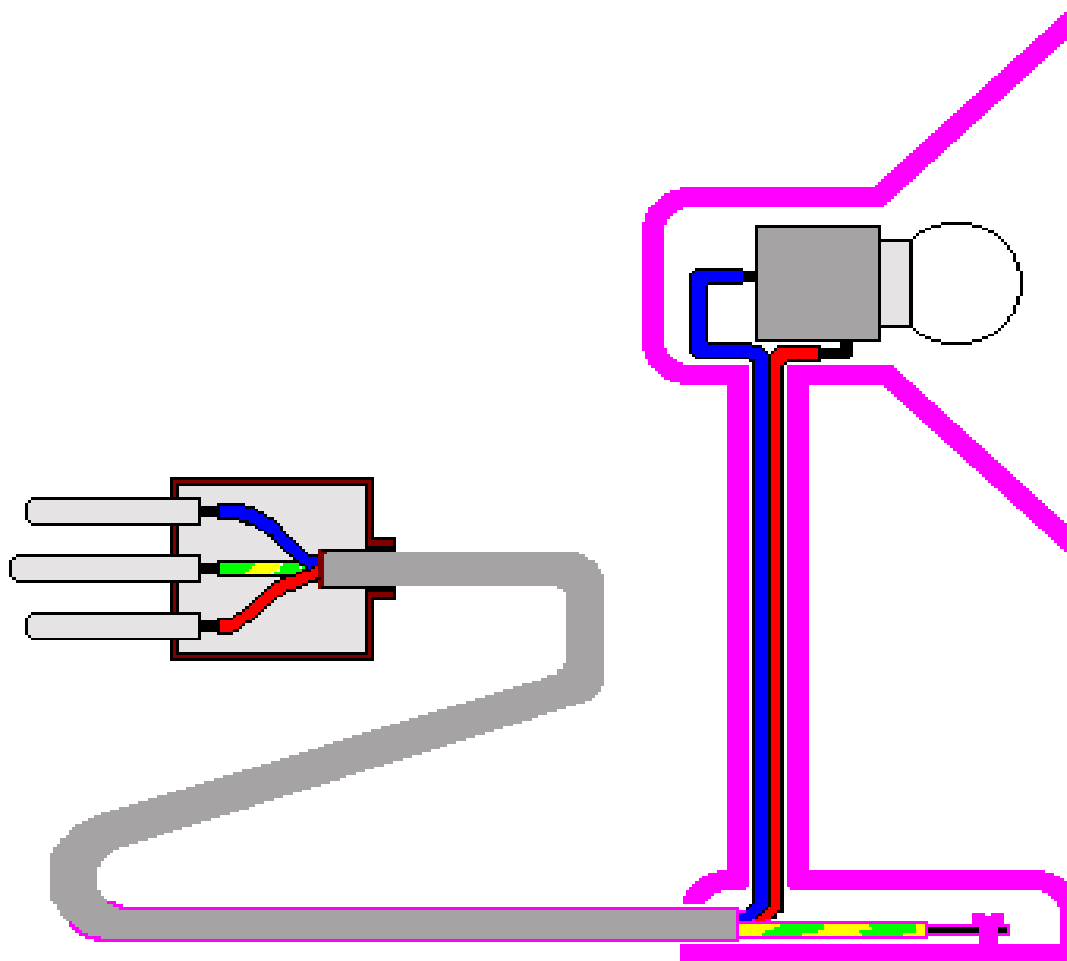
Solo una piccola parte, non pericolosa, transiterà attraverso il corpo della persona che è venuta in contatto con la carcassa metallica andata in tensione.





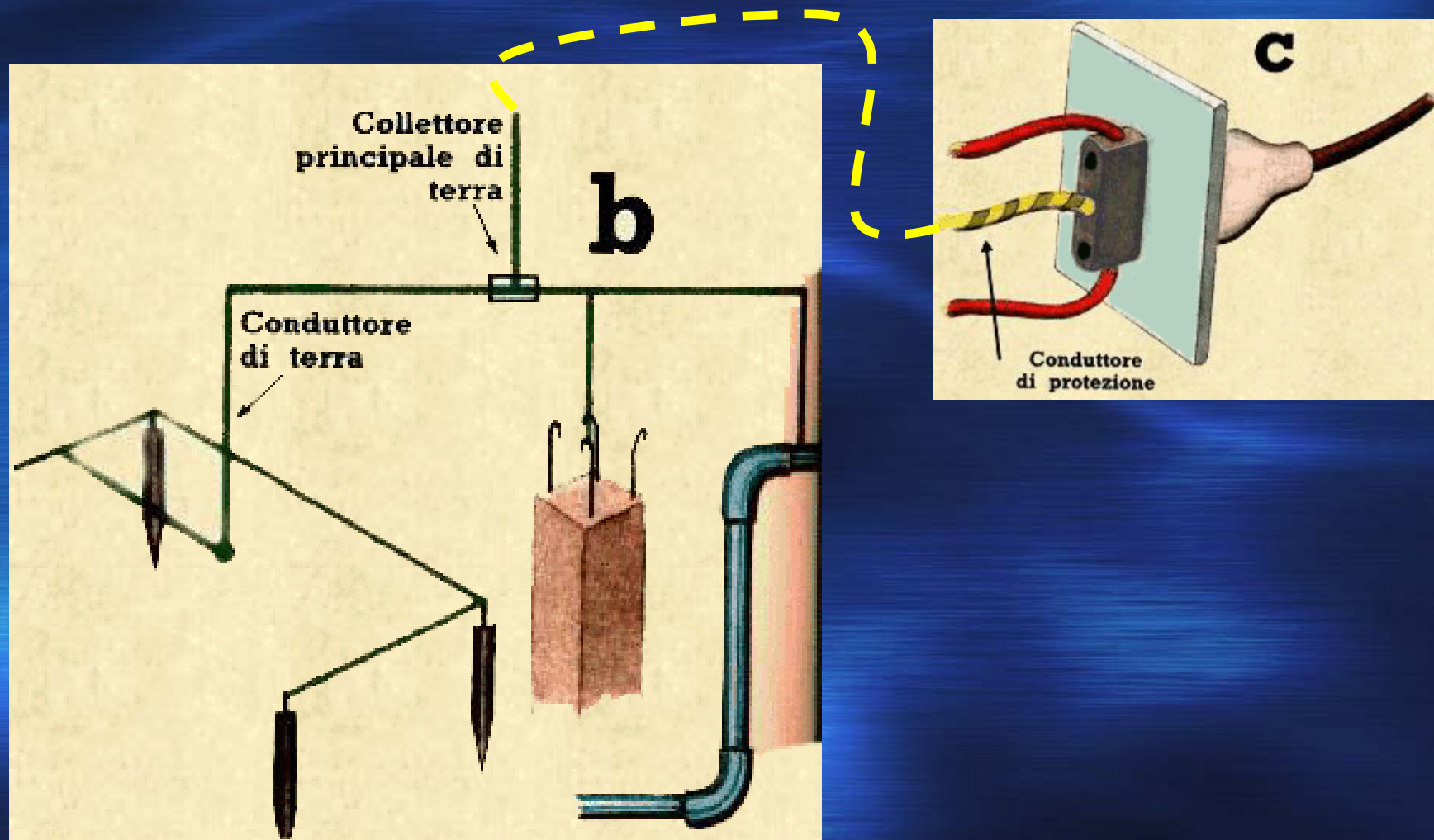
# Rischio ELETTRICO

## IMPIANTO DI MESSA A TERRA



# Rischio ELETTRICO

## IMPIANTO DI MESSA A TERRA



# Rischio ELETTRICO

## INTERRUTTORE DIFFERENZIALE

Detto anche “**salvavita**” rappresenta il più importante apparecchio di protezione automatica degli impianti e soprattutto delle persone dalle dispersioni di corrente (contatti indiretti).

Infatti, in seguito a problemi degli impianti, la corrente elettrica si accumula al punto da tale da cercare di disperdersi scaricandosi verso terra attraverso qualsiasi conduttore (anche un essere umano!)

Il **salvavita** rileva l'eventuale dispersione di corrente per via differenziale, cioè avverte una differenza nella tensione di andata rispetto a quella di ritorno e perciò scatta, interrompendo così il circuito.





# Rischio ELETTRICO

## INTERRUTTORE DIFFERENZIALE

Limiti di intervento:



Corrente massima di 30 mA



Tempo massimo di 0,5 secondi



In condizioni normali nel circuito di messa a terra non vi è passaggio di corrente

**L'INTERRUTTORE DIFFERENZIALE – ID - (pulsante con lettera T), conosciuto anche come "salvavita", che confronta continuamente la corrente elettrica entrante con quella uscente e scatta quando avverte una differenza.**

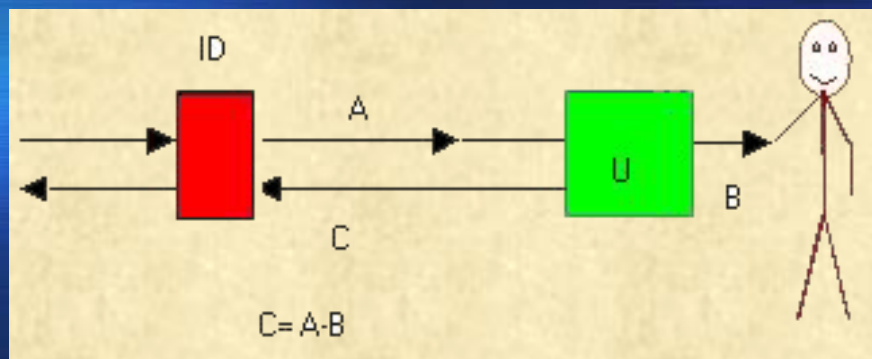
**I cavi che conducono la corrente elettrica sono generalmente due : la fase e il neutro. Poiché la corrente entra dalla fase, percorre i circuiti ed esce dal neutro, in condizioni normali quella entrante deve essere uguale a quella uscente.**

**Se ciò non accade significa che una parte di essa sta percorrendo strade diverse ad esempio il corpo umano in caso di contatto diretto di un apparecchiatura collegata all'impianto di terra.**

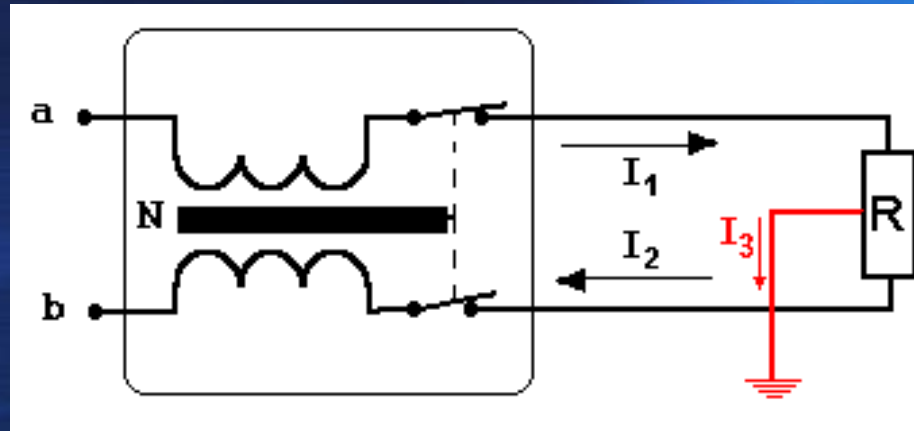
**Se la differenza (B) di I è superiore alla soglia di sensibilità ( $I = 0,03A$ ) interviene il differenziale.**

**L'interruttore differenziale non interviene nel caso in cui una persona tocca contemporaneamente due elementi in tensione ed è isolata a terra (ad es. se si trova su una scala di legno o se ha le scarpe con suole di gomma, ecc.).**

**Gli interruttori differenziali utilizzati hanno una corrente nominale differenziale di intervento uguale o minore a 30mA, costruiti in modo da aprire quasi istantaneamente il circuito, quando fluisce verso terra una corrente di valore pericoloso per le persone.**



# L'interruttore differenziale



Considerando il circuito da proteggere la somma algebrica delle correnti in esso deve essere zero. Pertanto, se si misura l'intensità della corrente in un sistema monofase, si osserverà che **la corrente entrante sarà uguale a quella uscente** ( $I_1 = I_2$  quindi:  $I_3 = I_1 - I_2 = 0$ ).

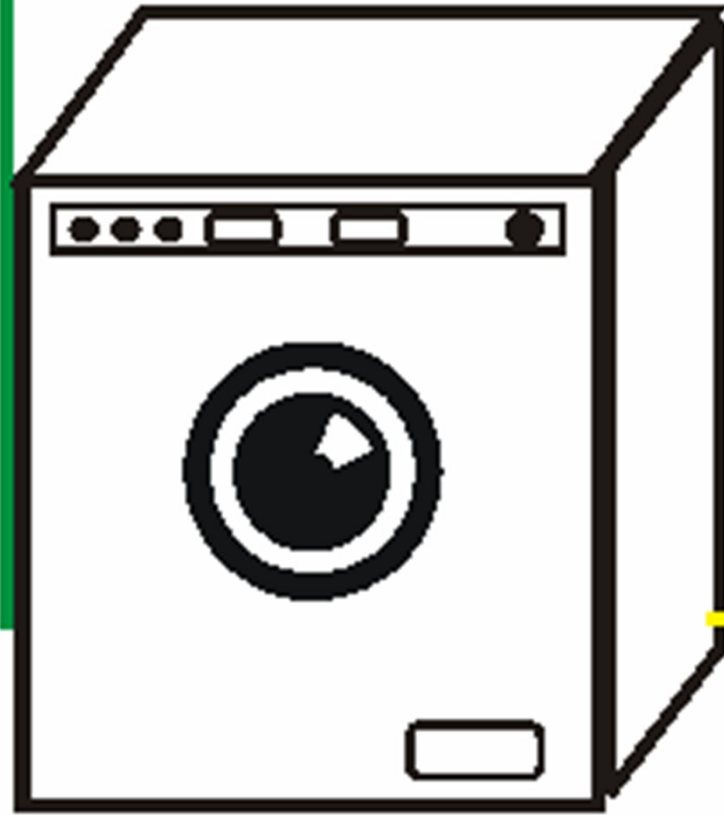
Se l'isolamento di un'apparecchiatura connessa all'impianto si guasta, è possibile che venga a crearsi un collegamento più o meno efficace tra la linea elettrica e la carcassa metallica (definita massa), la quale può diventare causa di folgorazione se toccata. Se il collegamento è precario è possibile anche che si produca calore per effetto Joule, con conseguente sviluppo di un incendio.

**In caso di perdite la corrente si disperde a terra e non ritorna attraverso l'interruttore differenziale a monte dell'impianto, il quale rileva che la somma delle correnti non è più nulla ed interviene aprendo il circuito elettrico.**

**Per evitare che sia un corpo umano a realizzare il ponte fase-terra e agevolare il lavoro dell'interruttore differenziale è necessario che gli apparecchi con carcassa metallica siano collegati ad un adeguato impianto di MESSA A TERRA.** Si parla, in questo caso, di protezione contro i contatti indiretti.

Invece, nel caso in cui una persona tocchi una parte che è normalmente in tensione, come ad esempio un conduttore elettrico non isolato, si parla di contatto diretto. Anche in questo caso l'interruttore differenziale fornisce, nella maggior parte dei casi, una buona protezione, purché sia del tipo ad alta sensibilità, cioè con corrente differenziale nominale minore o uguale a 30 mA, ed abbia un tempo di intervento sufficientemente breve (pochi millisecondi).





# Rischio ELETTRICO

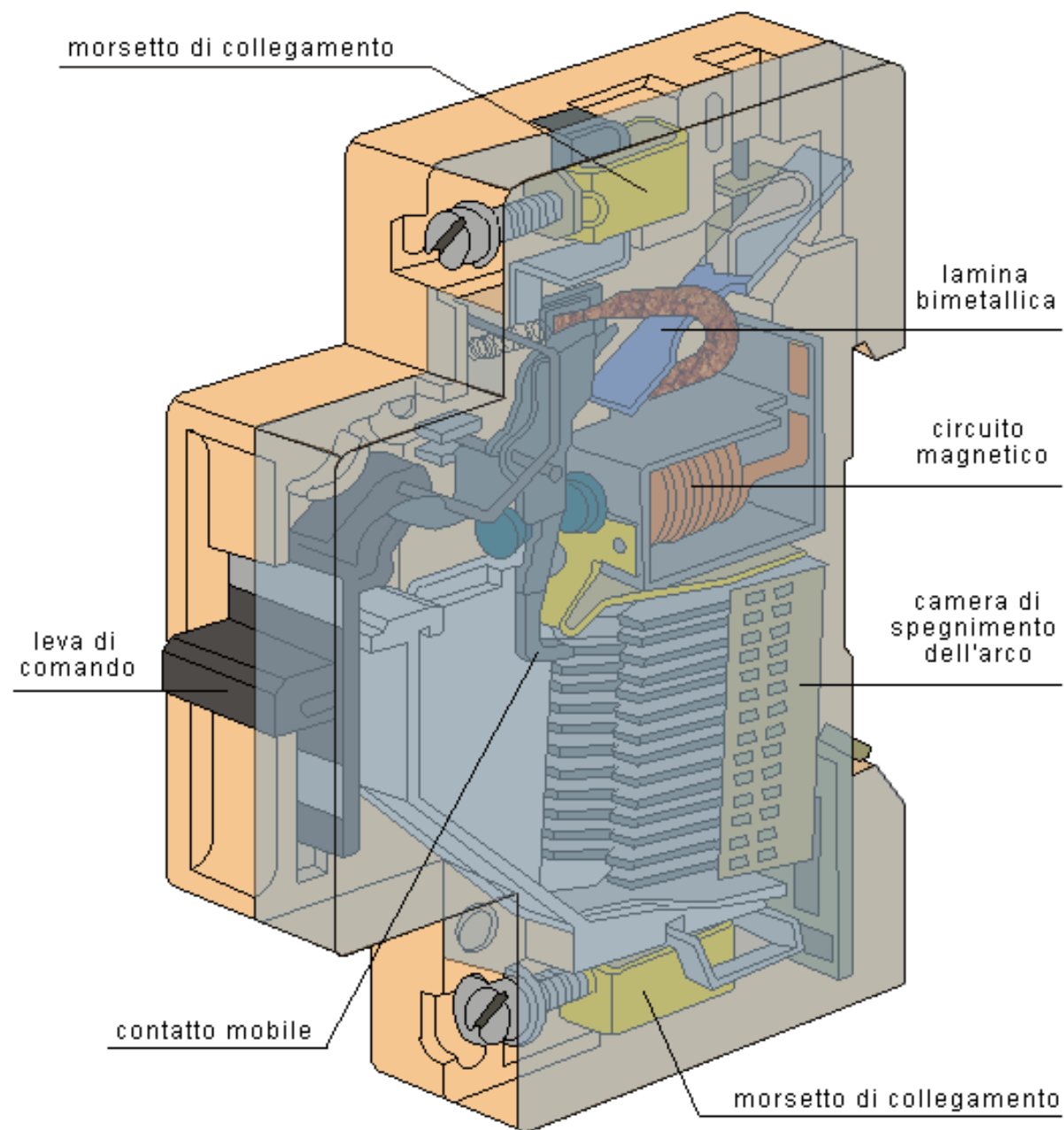
## INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI

L'interruttore “**magnetotermico**” agisce sulla massima corrente ammissibile (detta «portata») su un circuito elettrico utilizzatore.

Devono essere installati sia a protezione dei circuiti generali (quadro generale), che a protezione dei circuiti utilizzatori (quadro di piano, reparto...)

Il loro potere di interruzione è definito in base alle caratteristiche costruttive dell'impianto.





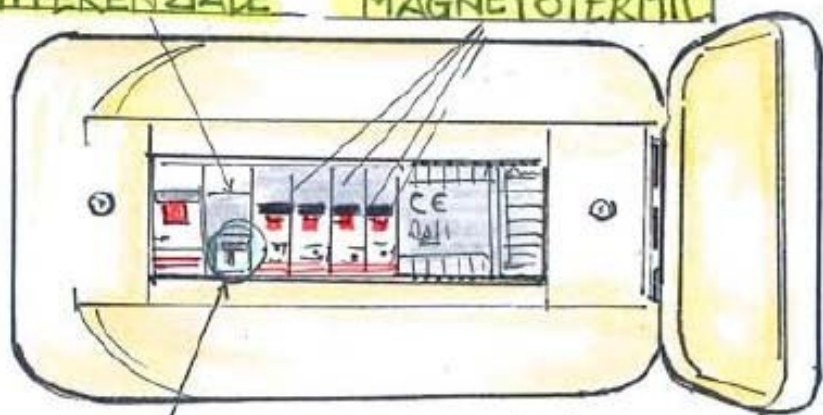
*Fig. 1 – Interruttore magnetotermico*



# L'IMPIANTO ELETTRICO DOMESTICO

INTERRUTTORI:

DIFFERENZIALE    MAGNETOTERMICI



PULSANTE DI "TEST"  
SULL'INTERRUTTORE  
DIFFERENZIALE (30mA):  
**PREMERE PERIODICAMENTE!**



IMPIANTO  
DI MESSA  
A TERRA

DICHIARA-  
ZIONE DI  
CONFORMITÀ  
DM 37  
2008

DICHIARAZIONE  
DI CONFORMITÀ

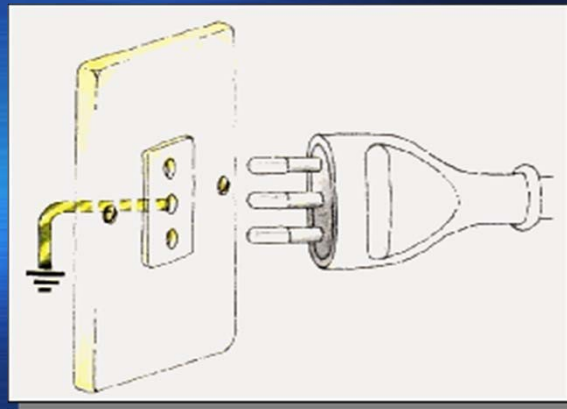
# Rischio ELETTRICO

## PRESE A SPINA

Dalle norme CEI sono previste esecuzioni con prese a spina del tipo:

➔ **2 POLI** per circuiti monofase BT senza terra o autoprotetti,

➔ **3 POLI** per circuiti monofase BT con terra,



# Rischio ELETTRICO

## PRESE A SPINA

- ➡ 4 POLI per circuiti trifase BT con terra,
- ➡ 5 POLI per circuiti trifase BT con neutro e terra



Le prese per la Bassa Tensione devono essere dimensionate per portate variabili da 10 a 63 Ampere



# Rischio ELETTRICO

## CLASSI DI ISOLAMENTO

Per gli apparecchi e le attrezzature elettriche sono previste tre classi di isolamento:



**CLASSE 0** NESSUN ISOLAMENTO



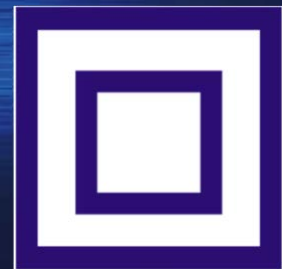
**CLASSE I** ISOLAMENTO PRIMARIO



**CLASSE II** DOPPIO ISOLAMENTO

Devono essere  
necessariamente  
collegati a terra

Gli apparecchi di classe II non hanno necessità di collegamento a terra e sono contraddistinti dal simbolo:



# Rischio ELETTRICO

**Doppio isolamento (Classe II)**



Fig. 1: trapano della classe di protezione II, con apposito contrassegno.



*Pinza con manici isolanti, munita di un risalto per impedire alla mano di toccare i becchi metallici. Dette pinze devono essere utilizzate con estrema cautela e, al fine di evitare cortocircuiti, soltanto se la distanza fra le due parti in tensione adiacenti è superiore alle dimensioni dei becchi metallici*



# Rischio ELETTRICO

## SEGNALETICA DI SICUREZZA

Nei locali ed in particolare sui quadri ed apparecchiature elettriche deve essere esposta adeguata segnaletica di sicurezza:



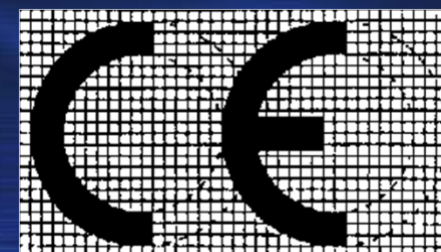
# Rischio ELETTRICO

## MARCHI IMQ – CE ...

Il marchio IMQ è rilasciato, su richiesta del costruttore, dall'Istituto italiano del Marchio di Qualità e indica la conformità del prodotto alle norme CEI. Quindi costituisce una garanzia per gli utenti.



Il marchio CE viene apposto, invece, dal produttore. In questo modo egli dichiara la conformità ai requisiti essenziali di sicurezza previsti dalle corrispondenti direttive europee. La dichiarazione, scritta, deve essere a disposizione dell'Autorità di controllo. Quest'ultima può effettuare controlli.



Esistono anche altri marchi ...

