

Protezione dal rischio elettrico

1. Distribuzione dell'energia elettrica

I primi impianti di distribuzione dell'energia elettrica (fine '800) servivano gli utilizzatori con una tensione continua pari a 100 V. Fu presto chiaro che per limitare le perdite nei cavi di collegamento e per realizzare i suddetti cavi con diametri inferiori sarebbe stato molto più conveniente trasferire la potenza necessaria elevando la tensione e riducendo in uguale proporzione l'intensità della corrente (si ricorda l'espressione $P = VI$, dove P è la potenza, V è la tensione e I è l'intensità di corrente). Per potere trasportare l'energia elettrica ad alta tensione e contemporaneamente fare arrivare agli utenti linee a bassa tensione (per motivi di sicurezza) possono essere usati i *trasformatori*, a patto di trasferire l'energia mediante segnale alternato di forma sinusoidale (fig. 1). (→ guerra delle correnti)

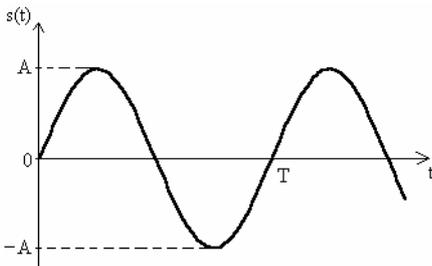
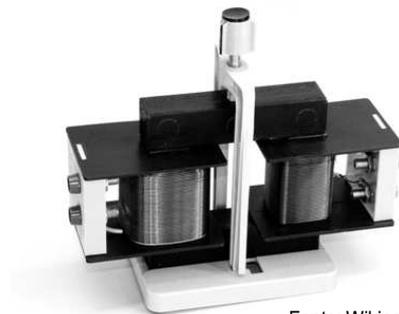
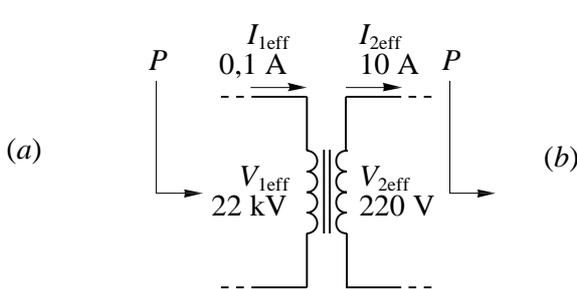


Fig. 1

Un trasformatore alimentato da segnale sinusoidale può abbassare il valore efficace della tensione e alzare quello della corrente, oppure eseguire l'operazione inversa, mantenendo il prodotto tensione-corrente invariato (fig. 2a). È costituito da due avvolgimenti elettrici realizzati su un nucleo magnetico (fig. 2b).



Fonte: Wikipedia

Fig. 2

Dalle centrali elettriche escono forze elettromotrici sinusoidali di ampiezza pari a circa 10 kV e frequenza pari a 50 Hz (60 Hz in USA e altre zone). La tensione viene elevata a qualche centinaio di kilovolt per il trasporto su lunghe distanze. Nei centri abitati la tensione viene ribassata a 10-30 kV e distribuita alle cabine di trasformazione da cui esce in bassa tensione (BT < 400 V) per gli usi industriali e domestici. La tensione infine disponibile ha un valore efficace pari a 400 V o 230 V (in alcune zone, come Roma, i valori sono ancora 380 V e 220 V).

2. Rischio elettrico

Il rischio elettrico è legato a due tipi di fenomeni:

- la scarica elettrica, con le sue possibili conseguenze (incendio, esplosioni, proiezioni di materiali);
- la scossa (altrimenti chiamata folgorazione, elettrocuzione o shock elettrico), cioè la scarica che attraversa il corpo umano.

3. Effetti della corrente elettrica sul corpo umano

I principali effetti negativi della corrente elettrica sul corpo umano sono:

- tetanizzazione (contrazione spasmodica dei muscoli)
- arresto della respirazione
- fibrillazione (contrazione scoordinata) del muscolo cardiaco
- ustioni (sviluppo di calore per effetto Joule)
- traumi per urti e cadute conseguenti allo shock elettrico (in particolare da scale o ponteggi)

I principali parametri che determinano la gravità degli effetti sono:

- l'intensità della corrente
- il percorso della corrente nel corpo umano
- la durata del contatto

4. Pericolosità delle tensioni

A parità di tensione applicata, l'intensità di corrente dipende dalla resistenza di contatto e in parte minore dal percorso. La corrente elettrica è il rapporto tra differenza di potenziale e resistenza elettrica ($I = V / R$). La corrente dipende quindi non solo dalla differenza di potenziale applicata, ma anche in modo determinante dalla resistenza di contatto, che può scendere sensibilmente per la presenza di acqua (come noto l'acqua non distillata è un ottimo conduttore). Orientativamente si possono distinguere le seguenti situazioni:

- tensioni continue inferiori a 50 V: nessuna pericolosità in qualsiasi condizione;
- tensioni alternate di rete (valore efficace pari a 230/400 V): pericolosità moderata in condizioni di pelle asciutta, scarsa superficie di contatto, corretto isolamento dal terreno; pericolosità elevata in presenza di acqua e/o alta superficie di contatto (bagni, lavatrici, etc.);
- tensioni dell'ordine di grandezza di 1000 V o più: pericolosità elevata in qualsiasi condizione.

5. Tipi di contatto

Contatto diretto

Toccando due elementi in tensione, due contatti di una presa o due fili elettrici scoperti, il corpo umano è sottoposto a un passaggio di corrente elettrica (fig. 3).



Fig. 3

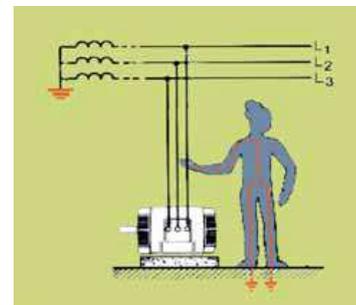


Fig. 4

Anche toccando un solo elemento in tensione, un solo contatto della presa o un filo scoperto, se il corpo umano è in contatto con il terreno, la corrente elettrica attraverso il corpo umano scarica dal punto di contatto sino a terra (fig. 4).

Contatto indiretto

I contatti indiretti sono quelli che avvengono con parti conduttrici di impianti, del telaio di una attrezzatura o

elettrodomestico che normalmente non sono in tensione ma che a causa di una falla nell'isolamento o di un altro guasto interno sono sottoposti a una tensione pericolosa (fig. 5).

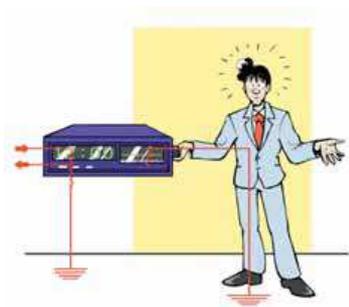


Fig. 5

6. Dispositivi di sicurezza contro il rischio elettrico

Collegamento di terra

La messa a terra consiste nel collegare a un conduttore a bassa resistenza le parti metalliche che non devono essere in tensione (telai di elettrodomestici e altri apparecchi, termosifoni, tubature, porte e finestre). Il conduttore, di colore giallo/verde, e collegato a sua volta a uno o più picchetti conficcati nel terreno a una opportuna profondità, in modo da raggiungere uno strato umido (fig. 6).

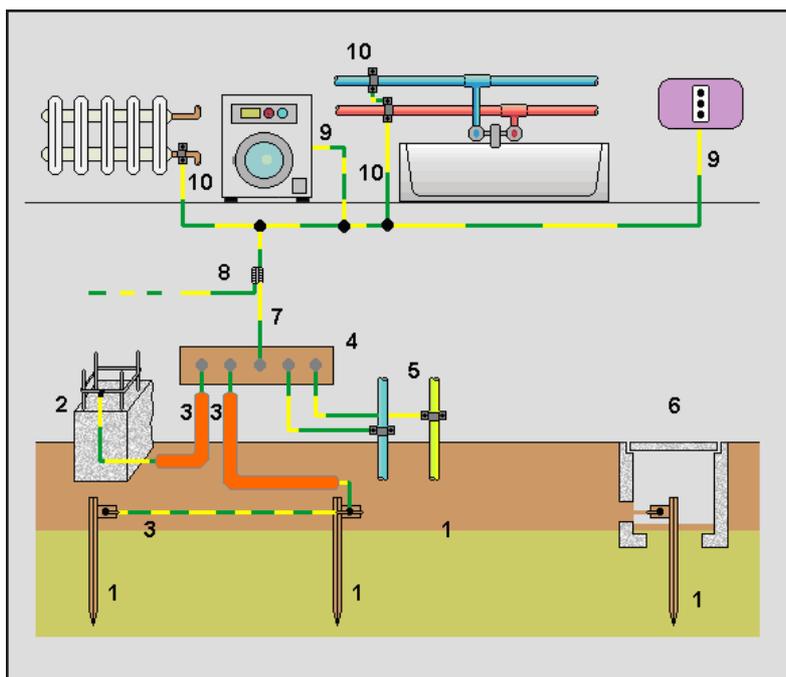


Fig. 6

Gli apparati elettrici sono collegati al conduttore di terra tramite la spina centrale o le alette laterali (fig. 7)

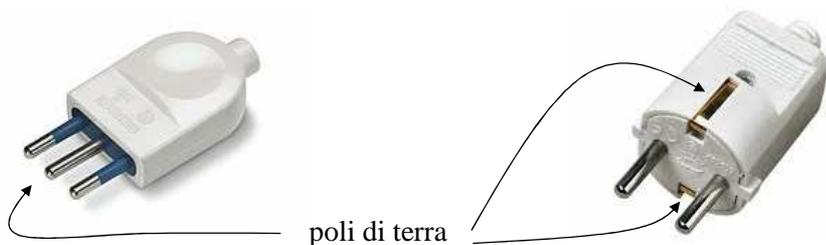


Fig. 7

In assenza di impianto di terra una parte metallica accidentalmente in tensione determina una scarica di corrente in caso di contatto (fig. 8a). In presenza di impianto di terra la parte in tensione scarica la corrente nel

conduttore di terra determinando l'apertura del salvavita o dell'interruttore magnetotermico, e anche se questo non avvenisse la corrente che attraversa l'utilizzatore sarebbe di intensità molto inferiore (fig. 8b).

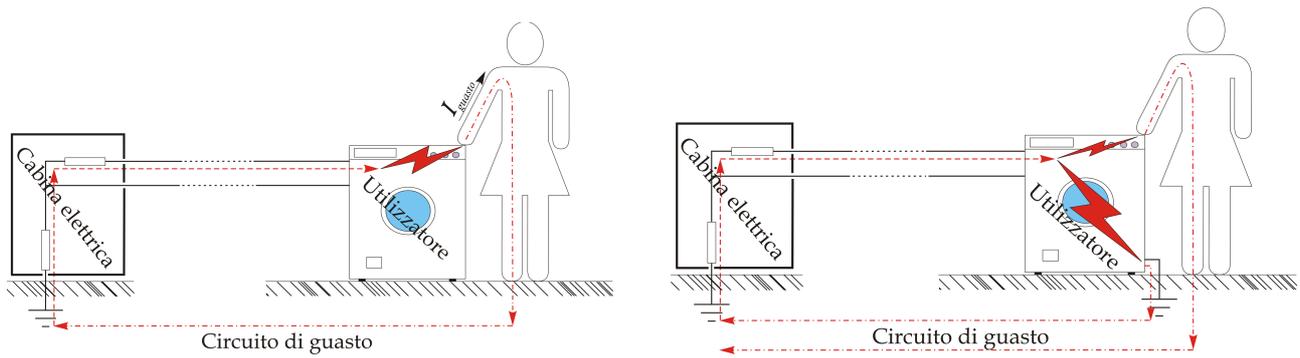


Fig. 8

(a)

(b)

Interruttore magnetotermico

L'interruttore magnetotermico (fig. 9), detto anche "interruttore automatico", è un dispositivo di sicurezza in grado di interrompere il flusso di corrente elettrica in caso di:

- cortocircuito (funzionamento elettromeccanico con sgancio immediato dell'interruttore);
- sovraccarico (funzionamento termico, con sgancio ritardato quando c'è un assorbimento di corrente maggiore di quella consentita).



Fig. 9



Fig. 10

L'interruttore magnetotermico migliora la sicurezza in quanto reagisce a possibili cortocircuiti con l'impianto di terra (vedi fig. 8b) e previene incidenti dovuti a sovraccarico, ma non è sufficiente perché non reagisce nelle seguenti situazioni:

- contatto diretto
- contatto indiretto e assenza (o cattiva manutenzione) dell'impianto di terra

Interruttore differenziale

L'interruttore differenziale (fig. 10), comunemente detto "salvavita", misura la differenza tra l'intensità di corrente in entrata e in uscita nell'impianto elettrico. In condizioni normali le due correnti devono essere uguali. In caso di cortocircuito con l'impianto di terra (vedi fig. 8b) o di contatto diretto tra l'operatore e un conduttore sotto tensione si verifica una fuga di corrente all'esterno dell'impianto, e di conseguenza la differenza misurata dal salvavita non è più pari a zero (fig. 11). Quando le correnti sono diverse per una quantità superiore alla corrente di soglia, l'interruttore differenziale interrompe il circuito in un tempo molto breve. L'interruttore differenziale è dotato di un pulsante di test che ha la funzione di verificare l'efficienza del dispositivo; è raccomandato il test una volta al mese.

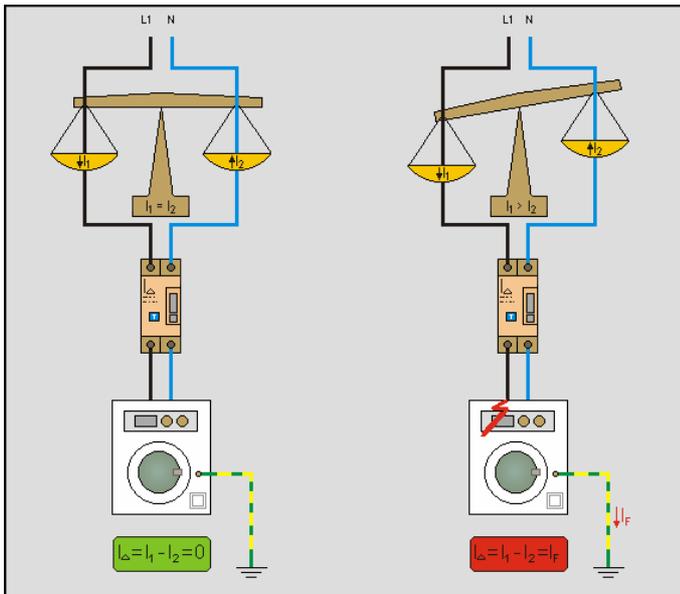


Fig. 11

7. Classi di isolamento

- **Classe 0.** Apparecchi per i quali non è prevista alcuna protezione in caso di shock elettrico. Non sono più prodotti e in Italia è vietato collegarli alla rete elettrica.
- **Classe I.** Apparecchi le cui parti metalliche accessibili sono collegate al polo di terra della spina; quest'ultima è quindi a tre poli.
- **Classe II.** Gli apparecchi di classe II, detti anche a doppio isolamento, sono costruiti in modo da potere fare a meno della messa a terra (la spina è quindi bipolare). Ciò è ottenuto in genere realizzando l'involucro del contenitore in materiali isolanti, o comunque facendo in modo che le parti in tensione siano circondate da un doppio strato di materiale isolante. Gli apparecchi di questa categoria sono marcati "Class II" o con il simbolo di doppio quadrato .
- **Classe III.** Sono apparecchi che non richiedono alcuna misura di sicurezza in quanto sono presenti basse tensioni non pericolose per l'essere umano.

8. Prese elettriche

- **P11:** accetta spine a pettine da 10 A (circa 2 kW) con spinotti cilindrici di diametro 4 mm e passo 19 mm (fig. 12a).
- **P17:** accetta spine a pettine da 16 A (circa 3,5 kW) con spinotti cilindrici di diametro 5 mm e passo 26 mm (fig. 12b).
- **P17/11:** detta bipasso o bivalente, accetta spine P11 e P17 (fig. 12c).
- **P30 o Schuko** o Siemens: di origine tedesca, accetta le corrispondenti spine da 16 A (circa 3,5 kW) con spinotti cilindrici di diametro 4,8 mm e passo 19 mm; se dotata di foro centrale accetta anche le spine P11 (fig. 12d).
- **P40:** presa multistandard, accetta spine P17, P11 o Schuko (fig. 12e).
- **Prese industriali:** adatte a sopportare elevati carichi di corrente (fig. 12f).

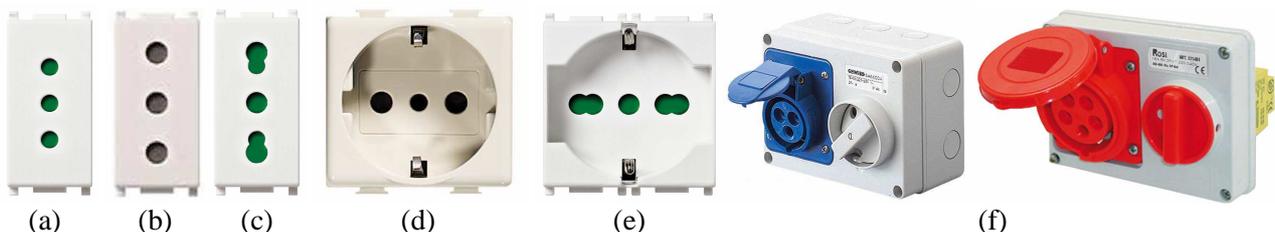


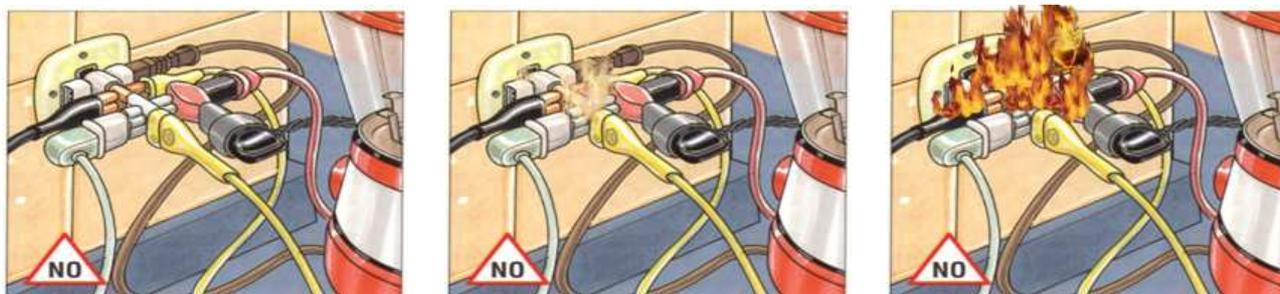
Fig. 12

9. Norme di comportamento

- Dotare l'impianto di uno o più salvavita (è prescritto dalla legge) e testarne periodicamente l'efficienza.
- In presenza di impianto di terra verificarne periodicamente i collegamenti.
- Evitare di avvicinare prese, spine o apparecchi elettrici collegati alla rete, anche in bassa tensione (ad es. cellulare in carica) con mani o altre parti bagnate o sudate. In particolare tenere ben distanti apparati e cavi da vasche, docce, lavelli, bottiglie d'acqua, bicchieri pieni.



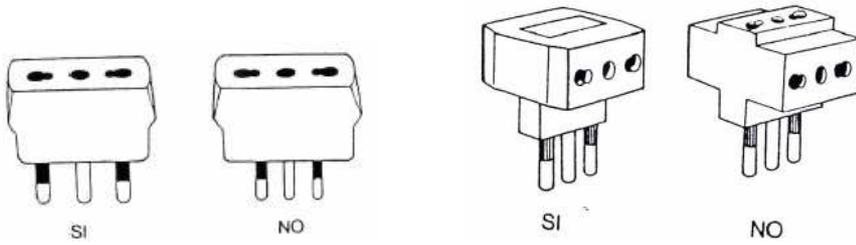
- Fare il minore uso possibile di prese multiple, ciabatte, prolunghe, in quanto mezzi più soggetti a cortocircuiti, scintille, deformazioni meccaniche, presenza di fili scoperti. Sono inoltre soggetti a calpestamenti e fonte di inciampo con conseguenze gravi. In particolare in ambienti a norma è consentito solo l'uso di ciabatte fisse.
- Non collegare a cascata prese multiple e adattatori in quanto
 - la presenza di molti dispositivi utilizzatori può sovraccaricare la presa principale;
 - le sollecitazioni meccaniche tendono ad allentare e spanare le prese con conseguente rischio di scintille.



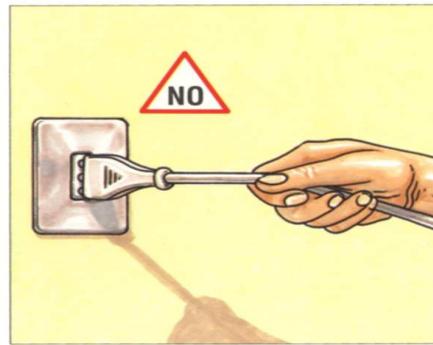
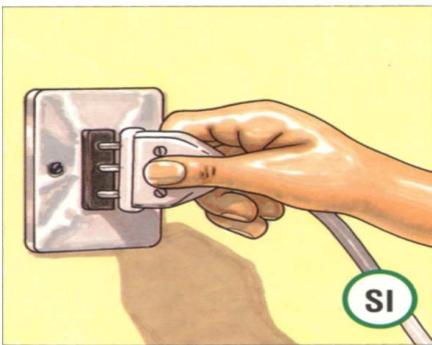
- Non inserire a forza una spina Schuko in una spina a pettine. In questo caso si otterrebbero le seguenti gravi conseguenze:
 - Mancanza del collegamento di terra.
 - Allargamento degli alveoli della presa; quando si userà la presa con una normale spina P11 l'inserimento sarà lasco con possibilità di scariche e relative conseguenze.
 - Se la presa forzata è da 10 A, possibile superamento della corrente massima.



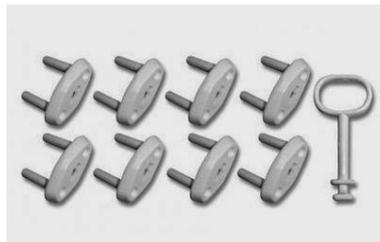
- Evitare di sovraccaricare le prese ponendo attenzione agli assorbimenti dei dispositivi collegati. In particolare evitare adattatori con prese da 16 A e spine da 10 A. Evitare l'uso di triple spine (non a norma dato che favoriscono la moltiplicazione delle prese).



- Non staccare una presa tirando il filo: verrebbero sollecitati i conduttori interni e potrebbero staccarsi o rompersi.



- In presenza di bambini piccoli le prese a loro accessibili devono essere del tipo "a sicurezza" (sono presenti dei tappi interni che non si sbloccano se spinti solo in un foro). Alternativamente possono essere usati appositi tappi di protezione.



- Evitare le soluzioni di fortuna.



- Non collegare la messa a terra di un elettrodomestico alla tubazione dell'acqua: non fornisce alcuna garanzia e può essere causa di pericolo per sé e appartamenti vicini.



- Per la pulizia dei lampadari e sostituzione delle lampadine togliere tensione aprendo l'interruttore generale.



- In ambiente lavorativo a media/tensione usare tappeti elettricamente isolanti e/o indossare scarpe con suola di gomma.
- Non operare su dispositivi a tubo catodico (TV, monitor, oscilloscopi) anche se spenti (condensatori carichi).
- Non utilizzare mai oscilloscopi non collegati correttamente all'impianto di terra.
- Non utilizzare prese Schuko con alette di terra piegate verso l'interno.

10. Cosa fare in caso di shock elettrico

- Se non è intervenuto il salvavita aprire i circuiti con il salvavita o interruttore parziale/generale.
- Se non si può interrompere la corrente bisogna staccare la vittima, possibilmente con un oggetto di legno (mai di metallo o altro conduttore elettrico) o tirandolo per i vestiti (se asciutti) oppure con un colpo secco con una sola mano, per evitare che la corrente arrivi anche al soccorritore.
- Non cercare di rialzare forzatamente la vittima.
- Se la vittima è incosciente va fatta sdraiare e va controllato che ci siano ancora battito cardiaco e respirazione. Se sì, basta farla rinvenire con dell'acqua sul viso, altrimenti occorre effettuare massaggio cardiaco e respirazione artificiale, solo se si è in grado di farli perché si è seguito un apposito corso, altrimenti il rischio è di peggiorare la situazione.
- Cercare un medico nei paraggi.
- Chiamare il Servizio di Emergenza Sanitaria al numero 118 (progressivamente sostituito dal 112, Numero Unico di emergenza nell'Unione Europea).
- Non usare acqua per spegnere incendi di origine elettrica. In assenza di estintore, cercare di soffocare l'incendio.