

La valutazione del rischio da arco elettrico

Un rischio poco approfondito.

Giancarlo Tedeschi



ENTITÀ DEL RISCHIO DA ARCO ELETTRICO DETERMINA LA CLASSE DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

Nel novero degli obblighi del datore di lavoro (art. 80 del D. Lgs. 81/2008), come responsabile della conduzione degli impianti elettrici, tra i vari rischi da prendere in considerazione (contatti diretti, contatti indiretti, rischi da sovraccarico, da fulminazione, rischi da incendio, da malfunzionamenti di servizi essenziali per guasti o sovratensioni di manovra o atmosferiche,) ci pare debba essere preso in considerazione, per chi fosse chiamato ad eseguire lavori elettrici in vicinanza di parti di impianto in tensione, anche il rischio da arco elettrico (arc flash). Per tale rischio non ci risulta siano disponibili norme tecniche nazionali e/o europee utili ad eseguire la corrispondente valutazione.

Le manifestazioni dell'arco elettrico negli

impianti elettrici industriali, sia nei sistemi di Media Tensione che di Bassa Tensione, possono essere molto pericolose per le persone, che ne dovessero risultare coinvolte. Per tutto il tempo necessario a che i dispositivi del sistema di protezione previsto (non necessariamente costituito solo dagli interruttori magnetotermici tra loro coordinati) intervengano per interrompere l'alimentazione in corrente del guasto, gli operatori interessati possono essere investiti, con danni molto seri, da una energia radiante e da un'onda di pressione molto intense, nonché da proiezione di particelle di metallo fuso e di gas tossici. A determinare insieme ad altre grandezze il livello di danno per le persone associabile al fenomeno è la distanza dell'operatore dal punto di guasto.

Con riferimento al predetto specifico rischio in relazione ai risultati ottenibili con la sua valutazione per le operazioni, che i lavoratori (PES e PAV, ex norma CEI 11-27 e CEI EN 50110-1) sono chiamati ad eseguire, questi dovranno essere dotati di appropriati dispositivi di protezione individuati (DPI). Tali dispositivi, in particolari gli indumenti, possono disporre infatti di prestazioni diverse in relazione alla loro capacità di proteggere l'operatore dalle ustioni (ad esempio Classificazione 0, 1, 2A, 2B, 3, .. secondo NFPA 70E) e conseguentemente presentano anche consistenza e costi differenti.

AZIONI DI CONTENIMENTO DEI DANNI DA ARCO ELETTRICO

Riprendiamo in queste note con interesse il tema che è stato recentemente trattato nella autorevole rivista AEIT⁽¹⁾ in uno dei pochi articoli che da anni la stessa dedica agli approfondimenti di argomenti che trattano/coinvolgono impianti di distribuzione

elettrica industriale, a nostro avviso un po' troppo trascurati.

Riprendiamo l'argomento tentando, anche per quanto la nostra esperienza consente, di commentare e approfondire.

È opportuno ricordare in tutta generalità come più spesso non sia il cortocircuito franco la causa di un guasto con arco elettrico e come non sia solo il tempo di apertura delle protezioni magnetiche, o meglio dell'estinzione della corrente d'arco, a definire la durata di esposizione dell'ambiente alle conseguenti pericolose sollecitazioni, nel senso che non solo i dispositivi di protezione magnetica ma anche altri dispositivi di protezione possono essere chiamati ad intervenire. In effetti quasi alla fine dell'articolo AEIT utilmente, a completamento della trattazione, gli autori precisano le tecniche di mitigazione del rischio da arco elettrico, che si possono adottare, ed indicano a tal proposito

- 1 - la riduzione della corrente d'arco usando interruttori di tipo limitatore;
- 2 - la riduzione del tempo di interruzione della protezione magnetica, ad esempio anche adottando con buon profitto la selettività logica per governare gli interventi degli interruttori in cascata;
- 3 - l'adozione di relè speciali comandati da sensori luminosi (light sensor) in grado di determinare senza ritardo l'apertura degli interruttori direttamente interessati alla eliminazione dell'arco elettrico, evidentemente luminoso, al suo primo manifestarsi;
- 4 - l'adozione di specifiche pratiche di manutenzione e soprattutto di controllo del corretto funzionamento degli impianti a mezzo di ispezioni/misure e in particolare della termografia.

Circa l'adozione della cautela indicata

⁽¹⁾ Rivista AEIT – settembre /ottobre 2019 Valutare il rischio da archi elettrici e radiazioni in AC Autori Pietro Antonio Scarpino, Chiara Parretti, Francesco Scarpino AEIT Toscana

al precedente punto tre precisiamo che già da non pochi anni sono disponibili anche in Italia ⁽²⁾ dispositivi in grado di realizzare la protezione di cui si tratta. Questa è stata infatti da noi prevista e realizzata almeno cinque anni fa presso una importante azienda, per ridurre il rischio nella conduzione di un quadro elettrico molto consistente (n. 2 TR, 1 250 kVA in parallelo), che presentava qualche criticità nei collegamenti interni e nelle distanze tra alcune parti attive.

QUESTIONI TECNICHE E NON TECNICHE

Si legge sempre nell'articolo AEIT che per le lavorazioni elettriche, nelle quali è presente il rischio dovuto al possibile manifestarsi dell'arco elettrico, la norma CEI EN 50110-1 impone, nel suo allegato B, punto B6, la valutazione del corrispondente rischio. In proposito precisiamo, che al di là dei termini effettivamente usati nel testo normativo, che andremo a leggere, siamo convinti che non spetti ad una norma tecnica occuparsi di questioni che riguardano diritti, doveri e quindi la distribuzione delle conseguenti responsabilità. Questa osservazione è di una certa rilevanza, in quanto una simile attitudine da parte dell'ambiente normativo e dei documenti dallo stesso ambiente pubblicati nell'appropriarsi indebitamente di prerogative che non competono loro, è troppo spesso dimostrata ed esercitata nell'indifferenza generale.

Interessante la nota di approfondimento che nell'articolo abbiamo letto e che non sorprende, ma che riteniamo utile trasferire ai nostri lettori. Si informa infatti che l'utilizzo di quadri elettrici resistenti all'arco interno (Rapporto Tecnico IEC 61641 e norma CEI EN 61439) non esime il datore di lavoro dalla redazione della valutazione del rischio da arco elettrico, ogniqualevolta

si manifestasse la necessità di eseguire ispezioni, lavori, verifiche e misure dopo aver rimosso pannelli e porticine di protezione. Nel contempo osserviamo come la norma tecnica, se eventualmente riportasse simili indicazioni, travalichi ancora una volta le proprie competenze definendo ambiti di responsabilità, che ben poco riguardano questioni tecniche.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO TANTO POCO PRATICATA QUANTO NECESSARIA

Per quanto suggerisce la nostra personale esperienza e concordando con il giudizio espresso dagli autori dell'articolo, cui ci riferiamo, la necessità della valutazione del rischio da arco elettrico è molto poco sentita e molto poco attuata nel nostro paese anche nelle aziende industriali, che gestiscono al loro interno potenze elettriche rilevanti. Si può osservare in proposito e a sua conferma, come non sia, per quanto ci risulta, mai stato presentato nelle riviste del settore impiantistico elettrico un esempio guida di valutazione del rischio per arco elettrico applicabile alle cabine MT/BT, che peraltro sono per schemi elettrici, per tensioni dei sistemi presenti e per conformazione fisica molto standardizzate. Un grazie va pertanto alla rivista AEIT e agli autori dell'articolo per aver richiamato la situazione all'attenzione generale.

Poco diffusa è d'altro canto anche la prassi da parte delle ditte installatrici/manutentrici di impianti elettrici di richiedere i risultati delle valutazioni del predetto rischio, per più appropriatamente intervenire in occasione di lavori da eseguire e per adeguatamente proteggere i propri dipendenti. Si rammenta che, pur avvenendo non da oggi la realizzazione dei quadri elettrici MT e BT in esecuzione protetta (almeno IP 30), non poche sono ancora comunque, sempre in

⁽²⁾ Protection against electric arc, Integration between Arc Guard System (TVOC-2) and Emax air-circuit breakers (ABB)

presenza di protezione dai contatti diretti, le installazioni in vista sia in media tensione che in bassa tensione.

METODI DI CALCOLO IN USO DELL'ENERGIA RADIANTE IN AC

L'articolo AEIT, che abbiamo letto con interesse, informa che sussistono due metodi di calcolo (NFPA-70E e IEEE Std 1584-2002), che consentono di eseguire la valutazione del rischio di cui si tratta, e li descrive.

Entrambi i metodi consentono di valutare l'energia radiante incidente che si sviluppa nello spazio circostante al manifestarsi di un arco elettrico. Tale energia viene indicata con E_c e viene misurata in cal/cm². Se i lavori devono essere eseguiti da parte degli operatori all'interno di un volume sferico ben definibile con una "distanza di confine, D_c " nell'intorno della sede del potenziale arco elettrico, gli stessi operatori si devono munire di dispositivi di protezione individuale (DPI) di categoria adeguata alla classe di rischio riconosciuta con il calcolo.

ASPETTI PECULIARI E CRITICI DEL GUASTO CON ARCO ELETTRICO

Non possiamo tralasciare di far osservare come non sono tanto le correnti di cortocircuito a definire la criticità dei guasti d'arco. Le situazioni più pericolose per le persone e per le cose sono invero i fenomeni che si presentano fin dal loro inizio con le caratteristiche proprie delle correnti dovute a guasti con arco elettrico, che si possono manifestare tra conduttori attivi o tra conduttori attivi e masse elettriche o PE. Queste correnti possono essere innescate da difetti di isolamento (deposito di sporcizia umida, di polveri conduttrici, ...) lungo gli isolatori del sistema elettrico o ad esempio da animali o grossi insetti, che interponendosi tra i conduttori attivi riducono le distanze tra le parti del sistema a diversa tensione, come anche

da sovratensioni di particolare intensità o anche agenti su distanze di isolamento che per motivi diversi possono essersi alterate. Le correnti che si manifestano come archi elettrici sono di intensità nettamente inferiore rispetto alle corrispondenti correnti di cortocircuito e possono per il loro limitato valore non risultare in grado di far intervenire tempestivamente le protezioni magnetiche ordinariamente tarate su valori di intervento più alti.

I tempi di intervento pertanto possono in qualche occasione allungarsi e confondersi con quelli tipici dei relè termici.

Inoltre in tali intervalli di tempo, non certo più riconducibili ad una o più decine di millisecondi, l'arco elettrico per effetto elettrodinamico può spostarsi lungo le sbarre dell'apparecchio, che nella specifica situazione lavorativa possono rimanere in tensione. La corrente di guasto può risultare così bassa da permanere per tempi abbastanza lunghi da consentire anche la distruzione completa del quadro elettrico, nel quale il guasto si manifesta. I danni conseguenti al guasto con arco rispetto a quelli conseguenti al manifestarsi di un cortocircuito franco possono risultare in alcune situazioni per i motivi già indicati molto più pesanti sia in termini di sicurezza per le persone, sia in termini di danni materiali.

Più alte potenze di cortocircuito nel nodo/punto del guasto favoriscono il mantenimento delle pericolose correnti d'arco elettrico, che fortunatamente in presenza di più basse potenze di cortocircuito non sono in grado di autosostenersi.

Un altro aspetto importante distingue il guasto con arco elettrico dal cortocircuito franco.

La caratteristica che giustifica una sostanziale differenza nella valutazione del rischio è la seguente: l'energia messa in gioco dalla sorgente/generatore in caso di cortocircuito franco si distribuisce, anche se non

uniformemente, su tutto il circuito elettrico interessato dalla circolazione della corrente di guasto; l'elevato valore della corrente di cortocircuito porterebbe in tempi brevi alla bruciatura di gran parte dei componenti del circuito, se l'interruttore di protezione secondo una corretta progettazione non intervenisse tempestivamente; nel caso di guasto con arco una gran parte dell'energia generata dal sistema di alimentazione viene al contrario dissipata localmente proprio nella piccola porzione di spazio, in cui si manifesta il temuto arco elettrico.

Si tratta di potenze elevatissime concentrate/prodotte in spazi limitati, che giustificano l'alto valore dell'energia irradiata nell'intorno dell'arco e che possono investire inaspettatamente l'operatore.

Riassumendo le correnti d'arco elettrico presentano pertanto le sottoelencate caratteristiche:

- ridotti valori delle correnti d'arco rispetto ai valori delle corrispondenti correnti di cortocircuito,
- possibili corrispondenti tempi di eliminazione del guasto più lunghi,
- spostamenti improvvisi e veloci dell'arco elettrico lungo le sbarre in tensione dell'apparecchiatura in grado di alterare inaspettatamente le distanze tra l'operatore al lavoro e l'arco elettrico,
- elevate potenze dissipate (tensione d'arco x corrente d'arco) nell'arco elettrico (anche decine e decine di kW!),
- più laboriosa taratura delle protezioni.

Sembra corretto che il consulente chiamato a valutare il rischio da arco elettrico debba tener conto, ai fini di determinare con prudenza il valore dell'energia radiante che può investire l'operatore, tenga conto di tutti i fattori sopra richiamati.

RIVALUTAZIONE DEL PROGETTISTA/ CONSULENTE

Non solo le osservazioni, che abbiamo appena sopra senza approfondimenti richiamato, rivalutano la figura del progettista/calcolatore, ma anche un ulteriore rilievo conferma l'importanza del suo ruolo: non è infatti solo necessario il calcolo accurato delle correnti di cortocircuito franco degli impianti elettrici già ordinariamente da eseguire, ma si dovrà effettuare anche il calcolo delle correnti di arco elettrico. Il calcolo di queste correnti non è agevole anche dal punto di vista computazionale. Si deve tener conto infatti, a complicare la procedura, che le tensioni d'arco da mettere in conto per eseguire i calcoli dipendono sì dalle distanze in aria che l'arco deve superare, ma soprattutto dal fatto che l'impedenza/resistenza d'arco da considerare non costituisce un elemento lineare. Il calcolo della corrente d'arco risulta pertanto ben più complesso[3] di quello, con cui siamo ordinariamente abituati a confrontarci.

PESANTE RICADUTA TUTTA DA GIUSTIFICARE POSTA IN ESSERE DAI VALORI CAUTELATIVI DELLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO IMPOSTI DALLA NORMA CEI 0-21

Ci offre lo spunto per ulteriori riflessioni sulla valutazione del rischio, di cui si tratta, quanto abbiamo letto su un'altra rivista, che come quella che ospita le presenti note, tratta approfondimenti di applicazione delle norme tecniche. Abbiamo letto

a - di una fornitura trifase BT con potenza contrattuale superiore a 33 kW, il cui impianto elettrico realizzato nel 2010 presenta a valle del punto di fornitura interruttori magnetotermici con potere di

(3) Un articolo dal titolo "La corrente d'arco nei quadri elettrici", è stato pubblicato sul numero di marzo 2002 della rivista bimestrale, "Progetto Elettrico", rivista tecnica e d'opinione del progettista, Alberto Greco Editore srl, MI

(4) Norma CEI 0-21 - 2019 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alla rete BT delle imprese distributrici di energia elettrica"

- interruzione di 6 kA per i circuiti trifasi e a 4,5 kA per i circuiti monofase;
- b - di come ciò risultasse in contrasto con le disposizioni della norma CEI 0-21[4], che chiede di adottare poteri di interruzione pari rispettivamente a 15 kA e 6 kA (sempre e comunque!),
 - c - l'osservazione che la corrente di cortocircuito misurata dal consulente sulle sbarre del quadro principale della fornitura risultava pari a soli 2,5 kA
 - d - del quesito riguardante la necessità o meno di sostituire tutti gli interruttori convenzionalmente/ normativamente inadeguati interessati alla connessione
 - e - posti nel quadro elettrico principale dell'attività.

La risposta che si tende dare oggi al problema sollevato, cavalcando un atteggiamento moderno e generalizzato, è quella pigra e burocratica: è sempre il caso di adeguare i poteri di interruzione degli interruttori nel punto di consegna dell'energia e nel quadro principale, se prossimo al punto di consegna, alle indicazioni presenti nella norma CEI 0-21. La risposta che usualmente si dà e che abbiamo appena richiamato non è però precisamente la risposta che tiene conto della valutazione del rischio. Tale risposta, che corrisponde anche a quella oggi ufficiale, è in evidente contraddizione con l'atteggiamento altrettanto moderno, ben più ragionevole e tecnicamente più valido, che pone al contrario la valutazione del rischio come primario elemento di giudizio per decidere il da farsi.

La norma tecnica CEI 0-21 si è schierata con evidente forza a favore dei distributori di energia elettrica a danno degli utenti e i progettisti/consulenti ancora una volta non hanno riconosciuto l'opportunità di opporsi per da un lato valorizzare il proprio ruolo e dall'altro per difendere nel contempo gli interessi anche economici dei propri clienti, in ultima analisi per difendere gli interessi dei

cittadini. La situazione risolta dai normatori senza l'utilizzo di mezze misure poteva concretizzarsi in termini molto diversi, più gradualmente e a costi più equamente ripartiti tra le parti in causa. L'approfondimento dettagliato delle motivazioni che stanno alla base della nostra pesante affermazione potrebbe essere oggetto di un successivo articolo. Alla luce invece del tema che stiamo trattando si vuol solo far osservare che le indicazioni riportate nella norma CEI 0-21, molto cautelative (100%) per le aziende distributrici di energia elettrica, sono contestualmente causa di una ulteriore indiretta maggiorazione di costi che milioni di utenti sono chiamati a subire. Questi infatti oltre a dover scegliere, sempre e comunque, interruttori più costosi di quanto necessario, sono soggetti a maggiori costi di manutenzione, se i lavori elettrici attengono al punto di consegna e al quadro principale prossimo al punto di consegna, in previsione di correnti di cortocircuito non certo trascurabile (15 kA), ma che presentano una frequenza di danno molto, molto bassa.

È chiaro che il problema che abbiamo sollevato andrebbe risolto una volta per tutte alla fonte, cioè nelle sedi competenti e primariamente con la partecipazione attiva oltre che del distributore anche degli altri portatori di interessi. Ne dovrebbero sortire pratiche e appropriate indicazioni, non vessatorie, per gli utenti.

CONCLUSIONI

Concordiamo con le conclusioni degli autori dell'articolo all'inizio richiamato e le approviamo. In particolare quando affermano che il rischio da arco elettrico è tanto trascurato in Italia quanto gravi possono essere le conseguenze, nel caso che l'evento inatteso si presenti. I suggerimenti presenti nelle norme USA possono essere recepiti e coordinati con le disposizioni raccolte nella norma CEI

11-27, che sembrano non considerare adeguatamente il rischio di cui si tratta.

Concordiamo anche sull'auspicabile (se non già legge) obbligo di eseguire nella prassi ordinaria la valutazione del rischio da arco elettrico, per dotare, quando necessario, gli operatori di dispositivi di protezione adeguati. Spesso infatti non si può ritenere sufficiente l'adozione quasi ridicola, alla luce di più accurate e oggettive considerazioni, dei soli guanti isolanti e della visiera, come previsto dalla norma CEI applicabile. Riteniamo che un giudice, come più volte abbiamo sentito ricordare da qualche esponente della categoria, condannerebbe senza appello il responsabile, il cui operato è da giudicare, se questi non avesse usato della richiesta prudenza, diligenza e perizia o, come dir si voglia, non avesse usato della diligenza del buon padre di famiglia, cioè non avesse nel caso di specie individuato l'oggettiva entità del rischio. Ciò al di là del fatto che la norma CEI applicabile non

fornisca in proposito convenienti indicazioni, individuando i criteri di corretta valutazione della gravità del rischio.