

FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA E PROBLEMATICHE DI PROTEZIONE CIVILE: VULNERABILITÀ E RUOLO DEL SISTEMA ELETTRICO NEL NUOVO ASSETTO DI MERCATO.

F. D'ANNA^(*)

M.G. IPPOLITO^(*)

F. MASSARO^(*)

SOMMARIO

Il lavoro propone un contributo alla caratterizzazione del rischio black-out, tenendo conto dei più recenti cambiamenti e delle prospettive di maggiore rilevanza per il sistema elettrico di potenza. Dopo un'analisi del rischio nella quale vengono evidenziate le principali cause di black-out, interne o esterne al sistema e in sovrapposizione con altre emergenze, in relazione anche agli attuali mutamenti che stanno interessando in panorama elettrico a seguito del processo di liberalizzazione del mercato, la memoria rileva l'importanza di un approccio al problema di gestione del rischio basato sulla sinergia fra le diverse attività di prevenzione e di protezione. Nell'ambito delle problematiche affrontate, in particolare risalto è posto il ruolo del normatore e la complessità del problema di fissare adeguatamente e dinamicamente i livelli di accettabilità del rischio.

1. INTRODUZIONE

Nell'ambito del rischio d'area e pianificazione d'emergenza, rivestono particolare importanza le possibili problematiche d'emergenza di interesse per il Servizio Nazionale di Protezione Civile che coinvolgono il sistema di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, sia nazionale che locale.

L'evidenza del legame fra sistema elettrico e protezione civile può essere colto immediatamente ricordando la recente crisi energetica verificatasi nello stato della California, con una serie di black-out sull'intero stato che hanno portato le Autorità a dichiarare lo stato di emergenza. Dal punto di vista del sistema elettrico e in particolare del mercato dell'energia, la California è stato uno dei primi paesi ad avviare un processo di liberalizzazione che poi, gradatamente e con connotazioni diverse, ha coinvolto numerosi altri paesi, Italia compresa. L'adozione di logiche ispirate al libero mercato in settori, come quello elettrico, tradizionalmente monopolistici, che richiedono un coordinamento stretto fra le diverse attività di produzione, trasmissione e distribuzione, sta legittimamente suscitando una serie di interrogativi sulla vulnerabilità del sistema e sulla natura degli interventi più adeguati per rendere il sistema stesso sicuro, sia in condizioni ordinarie, sia in presenza di calamità.

Nel quadro delle problematiche sopra introdotte, può essere opportuno mettere a fuoco alcuni aspetti del complesso legame tra sistema elettrico e protezione civile, con particolare riferimento a:

- mancanza di energia elettrica a un'utenza sensibile per tempi prolungati a causa di indisponibilità del sistema, con conseguenti problemi di protezione civile. Le utenze sensibili possono essere: strutture ospedaliere, poli industriali, industrie chimiche e petrolchimiche, territorio abitato di difficile raggiungimento per i soccorsi (perché vasto, oppure di montagna con poche vie di accesso, ecc...), territori densamente abitati, un intero stato, altre utenze;
- mancanza di energia elettrica per motivi di calamità con sovrapposizione di problematiche di protezione civile (quali ad esempio alluvioni, terremoti, ecc...);
- insieme di provvedimenti (apparecchiature, sistemi, procedure, ecc...) per prevenire disservizi e danni sui sistemi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica in condizioni ordinarie e in caso di calamità e altre misure da attuare per fronteggiare e superare le emergenze dovute alla mancanza di energia elettrica (alleggerimenti di carico, cabine prefabbricate, gruppi elettrogeni, ecc...).

Nel lavoro tali aspetti saranno trattati in relazione anche ai recenti mutamenti del sistema elettrico a seguito del processo di liberalizzazione del mercato, della crescente penetrazione di gruppi di generazione distribuita, allacciati direttamente o tramite condizionatori di potenza alle reti di distribuzione in media e bassa tensione.

^(*) Vigili del Fuoco, Ispettorato Piemonte, Strada del Barrocchio 71/73, 10095 Grugliasco (TO).

^(*) Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Università di Palermo, Viale delle Scienze, 90128 Palermo.

Più in particolare, nella memoria verranno analizzate le principali problematiche legate al rischio black-out di energia elettrica coinvolgente utenze sensibili, indagandone le cause, le probabilità di accadimento e le possibili conseguenze.

Saranno posti in particolare evidenza gli effetti delle calamità sul sistema elettrico e affrontate le conseguenti problematiche anche in situazioni di sovrapposizione con altre emergenze.

In tale quadro, con specifico riferimento alle caratteristiche di funzionamento del sistema elettrico, rivestono un ruolo di particolare rilevanza i cosiddetti sistemi ancillari o secondari. Si tratta di servizi (regolazione della frequenza e controllo della potenza attiva, regolazione della tensione e controllo reattivo, riserva di funzionamento rotante e fredda, black-start) necessari a sostenere la trasmissione dell'energia elettrica dai produttori agli acquirenti e a mantenere sicuro e affidabile il funzionamento del sistema interconnesso di trasmissione. Anche tali servizi, ampiamente collaudati nel lungo periodo d'esercizio del sistema attuale, sono destinati a subire l'influenza delle logiche proprie del nuovo assetto di mercato.

Oltre alle misure atte a prevenire situazioni di emergenza che possono originarsi nel sistema elettrico, è di fondamentale importanza la messa a punto di adeguati piani di gestione delle emergenze, per far fronte all'eventuale collasso del sistema o ad altri eventi che possono rendere particolarmente critico il funzionamento. A questo scopo la presenza sempre più diffusa di gruppi di generazione di piccola-media taglia, connessi alle reti elettriche in bassa e media tensione, potrebbe rappresentare una nuova prospettiva per consentire l'alimentazione in emergenza di utenze sensibili, ammettendone in particolari condizioni il funzionamento in isola.

Alcuni gruppi, inoltre, potrebbero fornire un servizio di black-start (riavviamento) ed essere efficacemente inseriti nelle strategie di riaccensione elaborate dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale.

Sugli aspetti sopra evidenziati, senza alcuna pretesa di esaustività in considerazione della complessità della problematica, la memoria si pone l'obiettivo finale di individuare quali cambiamenti e quali prospettive, fra quelli che si stanno verificando nel panorama elettrico nazionale, possono avere implicazioni di rilievo nella prevenzione e nella gestione di emergenze di grossa portata.

2. IL RISCHIO BLACK-OUT

Il black-out di energia elettrica è un fenomeno assimilabile ad altri eventi calamitosi per quanto attiene ad esigenze di soccorso ed a tipologie e procedure di intervento. Un'improvvisa e prolungata mancanza di energia elettrica priva i cittadini di servizi essenziali quali l'illuminazione, il riscaldamento e il rifornimento idrico. Incide negativamente sul funzionamento di molti altri servizi e determina, inoltre, condizioni favorevoli allo svilupparsi di atti di violenza e al diffondersi del panico. L'arresto degli impianti in aree industriali interessate dalla mancanza di energia elettrica può provocare notevoli danni economici, anche a causa dei tempi che talvolta occorrono per riprendere normalmente le attività produttive.

Vista la particolare vulnerabilità dell'intero sistema economico e sociale legata all'evento black-out, può essere utile procedere ad una accurata caratterizzazione del rischio associato, con un approfondimento delle probabili cause, la definizione e l'adozione di adeguate misure di prevenzione e protezione.

2.1 Definizione di black-out

Per black-out si intende la totale assenza di tensione su impianti o porzioni di rete più o meno estese a seguito di disservizi che, per durata e/o estensione, possono provocare rilevanti disalimentazioni di utenza.

2.2 Probabili cause di black-out

Le cause di black-out possono essere in generale riconducibili:

- a. all'affidabilità del sistema elettrico in condizioni ordinarie;
- b. all'affidabilità del sistema elettrico a fronte di eventi naturali eccezionali;
- c. ad indisponibilità di potenza e/o di energia;
- d. ad altre cause.

Alle altre cause (punto d) possono appartenere anche quelle riguardanti atti di origine dolosa (compresi quelli terroristici), il cui contrasto compete all'Autorità di Polizia ma le cui possibili conseguenze possono, nei casi più gravi, rientrare nei compiti delle strutture di protezione civile. Tali cause non verranno analizzate nella memoria.

Le tre classi di cause precedentemente indicate nei punti a, b e c verranno invece richiamate nei paragrafi che seguono.

3. L’AFFIDABILITÀ DEL SISTEMA ELETTRICO

Fra le cause di black-out assumono un’evidenza diretta quelle riconducibili all’affidabilità del sistema elettrico in condizioni ordinarie e a fronte di eventi naturali eccezionali.

Per meglio focalizzare la problematica può essere opportuno premettere qualche precisazione di base sui concetti di affidabilità e sicurezza.

L’affidabilità di un sistema è la probabilità che durante un intervallo di tempo di funzionamento, in condizioni prestabilite, non abbia a subentrare un guasto tale da provocare la cessazione del servizio richiesto.

La sicurezza contro un evento sfavorevole (principalmente per le persone), rappresenta la probabilità che, in un determinato tempo e in condizioni prestabilite, non si verifichi quell’evento.

Com’è evidente, le due definizioni sono abbastanza simili, ma, mentre l’affidabilità fa riferimento ad ogni tipo di guasto capace di compromettere le prestazioni, la sicurezza si riferisce esclusivamente agli eventi di guasto che possono avere implicazioni in termini di sicurezza, a prescindere da tutti gli altri aspetti di natura strettamente funzionale.

I due concetti, con riguardo ad utenze sensibili coinvolte da possibili black-out, presentano ampie aree di sovrapposibilità (in dipendenza anche dai tempi di interruzione). Basti pensare, ad esempio, che la mancanza di fornitura elettrica influenza direttamente e indirettamente la “security” e la “safety” della popolazione nell’area interessata dal disservizio con conseguente probabilità che si verifichino dei danni. La probabilità di un evento sfavorevole per il relativo danno probabile definisce, com’è noto, il rischio.

Con queste brevi premesse sul legame fra affidabilità, sicurezza e rischio, si procede in quel che segue ad un’analisi qualitativa del rischio associato a cause di black-out riconducibili all’affidabilità del sistema elettrico.

3.1 L’affidabilità del sistema elettrico in condizioni ordinarie

Il rischio associato all’affidabilità del sistema elettrico in condizioni ordinarie può essere qualitativamente caratterizzato come “basso”, considerato che:

- i componenti elettrici sono in generale componenti altamente affidabili, e lo saranno sempre più in futuro grazie ai continui progressi in campo scientifico e tecnologico;
- il sistema elettrico presenta ridondanze generalmente sufficienti;
- tutti i principali aspetti di pianificazione, progettazione ed esercizio del sistema elettrico sono da decenni affrontati sia in ambito scientifico sia in ambito normativo;
- l’applicazione della *regola d’arte* e la sua evoluzione negli anni hanno portato a livelli di affidabilità del sistema sempre più elevati;
- tanti anni di esercizio del sistema elettrico hanno consentito l’acquisizione di una notevole esperienza operativa.

3.2 L’affidabilità del sistema elettrico in condizioni eccezionali

In condizioni eccezionali, ed in particolare a fronte di calamità naturali, il problema dell’affidabilità del sistema presenta, rispetto al caso precedente, elementi di maggiore criticità. Per tali condizioni, infatti, buona parte delle motivazioni addotte precedentemente a favore dell’affidabilità del sistema o vengono meno o assumono connotazioni sostanzialmente diverse. Anche la presenza di ridondanze assume, in termini di efficacia, un’importanza di minore rilievo rispetto al caso relativo a condizioni ordinarie di funzionamento. In scenari di calamità naturali (quali ad esempio terremoti o alluvioni), inoltre, può essere necessario per ragioni di sicurezza interrompere volontariamente l’erogazione di energia elettrica.

Anche in questo caso assume un ruolo di particolare preminenza l’aspetto normativo. E’ sembrato opportuno, allora, riportare in tabella 1 le principali disposizioni normative (di tipo tecnico) che fanno espressamente riferimento a condizioni eccezionali di funzionamento.

L’esame di tali disposizioni pone immediatamente in evidenza come, nell’ambito dell’intero corpo normativo, l’attenzione verso gli aspetti di “eccezionalità” che possono caratterizzare il funzionamento del sistema sia relativamente limitata. D’altra parte, non va trascurata la complessità del problema, di cui la norma deve farsi carico, di stabilire quali siano, caso per caso, i livelli di sicurezza accettabili ed i relativi rischi residui (anche in relazione ai cosiddetti casi fortuiti e cause di forza maggiore). Il problema è ancora più complesso in considerazione del fatto che ogni livello di sicurezza accettabile è da intendere

necessariamente in senso dinamico, deve cioè adattarsi all'evoluzione degli eventi e della loro probabilità di accadimento.

Tabella 1 – Principali disposizioni normative (in ambito CEI) riguardanti condizioni eccezionali

NORMA	CEI 11-1 (1999)	TITOLO	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
ESTRATTO:			
3.2 Prescrizioni meccaniche I componenti elettrici e le strutture di supporto, comprese le loro fondazioni, devono sopportare i carichi meccanici previsti. Devono essere valutate diverse combinazioni di carichi per la determinazione del carico totale. Tali combinazioni devono comprendere sia i carichi normalmente presenti che quelli derivanti da condizioni climatiche eccezionali. Tali carichi devono essere classificati per due condizioni (normale ed eccezionale). In ognuna di queste condizioni si devono valutare diverse combinazioni, la più sfavorevole delle quali deve essere utilizzata per determinare la resistenza meccanica delle strutture. Nella condizione normale devono essere considerati i seguenti carichi: -peso proprio; -tiro; -carichi durante il montaggio; -peso del ghiaccio; -spinta del vento.			
3.4.4 Effetti dei terremoti Gli impianti installati in zone sismiche devono essere progettati tenendo conto di questa eventualità. Ciò può essere ottenuto adottando i provvedimenti nel seguito esposti.			
3.4.4.1 Progettazione dei componenti elettrici Ogni singolo componente elettrico deve essere progettato per sopportare le sollecitazioni dinamiche risultanti dai movimenti ondulatori e sussultori del terreno. Gli effetti sismici possono essere modificati dall'azione delle fondazioni e/o delle strutture di supporto e/o del terreno sul quale il componente elettrico è installato.			
3.4.4.2 Disposizione dell'impianto La disposizione dei componenti elettrici deve essere scelta in modo da contenere le seguenti sollecitazioni entro valori accettabili: - carichi dovuti a collegamenti tra componenti contigui; collegamenti che devono adattarsi ad ampi movimenti assiali, laterali, di torsione ed altri, tenendo presente che durante un terremoto possono manifestarsi altre sollecitazioni; - sollecitazioni di esercizio che possono essere trasmesse attraverso fondazioni comuni monolitiche o attraverso il pavimento (per esempio apertura/richiusura di interruttori). Quando esistano regolamenti locali riguardanti costruzioni civili e componenti elettrici in condizioni sismiche, tali regolamenti devono essere osservati.			
6.1.6 Sicurezza di esercizio Gli impianti devono essere progettati in modo da assicurare la protezione contro l'incendio e la compatibilità con l'ambiente. Dove necessario, gli impianti devono essere protetti contro l'incendio, gli allagamenti e la contaminazione.			

NORMA	CEI 64-8 (1998)	TITOLO	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.
ESTRATTO:			
22.12 Effetti sismici			
522.12.1 Le condutture devono essere scelte ed installate tenendo in debita considerazione i rischi sismici del luogo di installazione.			
522.12.2 In presenza di rischi sismici si deve prestare particolare attenzione a quanto segue:			
- al fissaggio delle condutture alla struttura dell'edificio; - alla scelta, con riferimento alla qualità di flessibilità, delle connessioni tra condutture fisse e tutti i componenti elettrici essenziali, come per esempio i servizi di sicurezza.			
GUIDA	CEI 31-35 (1996)	TITOLO	Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente
ESTRATTO:			
5.2.3 Tra i requisiti del locale destinato a contenere le apparecchiature elettriche vi è quella che esso deve essere costruito in modo da prevenire l'ingresso dell'acqua, in particolare nel caso di terreni inondabili il pavimento va posto ad un'altezza superiore a quella del massimo livello dell'acqua desumibile dall'esperienza o da situazioni locali.			
NORMA	CEI 11-60 (2002)	TITOLO	Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100kV
ESTRATTO:			
3.2.1 Portate in corrente in servizio di emergenza			
.....			
La portata in servizio normale risulta ridotta al fine di mantenere il rischio complessivo entro i valori voluti.			
	Probabilità X%	Durata annua (h)	Portata in%
Normale	96,7%	8472	94%
Emergenza	3,2%	280	113%
Emergenza	0,1%	8	136%

Rimandando a studi specificatamente mirati all'analisi statistica degli eventi naturali eccezionali che possono determinare condizioni di criticità, si riportano di seguito solo alcuni dati su alluvioni e terremoti:

- negli ultimi 80 anni si sono avute circa 5.400 alluvioni nel mondo; ultime alluvioni in Italia: Piemonte 1994 e 1996, Campania, Sarno 1998, Calabria, Soverato 2000; nell'alluvione della Valtellina 1987 sono andati fuori servizio 100 chilometri di linee a media tensione e 118 cabine elettriche, con un quarto dei comuni della provincia di Sondrio del tutto o in parte privo di elettricità;
- a partire dall'anno 1000 ad oggi si sono verificati circa 200 terremoti disastrosi (dati divulgati dal Servizio Sismico Nazionale), con circa 65 miliardi di euro di danni negli ultimi 25 anni; ultimi terremoti significativi nel nostro Paese: Belice 1968, Friuli 1976, Irpinia 1980, Umbria-Marche 1998.

Oltre agli aspetti relativi alla frequenza degli eventi (e alla sua evoluzione in dipendenza dei cambiamenti climatici, ambientali, ecc.) va osservato anche che, con l'aumento delle zone antropizzate e del valore economico e sociale sempre maggiore dell'utilizzazione di energia elettrica, anche il danno probabile associato a tali eventi sembra destinato ad aumentare.

4. LA RICHIESTA E L'OFFERTA DI POTENZA ED ENERGIA

Continuando ad analizzare le possibili cause di black-out, si considerino quelle riconducibili all'indisponibilità⁽¹⁾ di potenza e di energia.

Il sistema elettrico, per sua natura funzionale, esige il continuo soddisfacimento del bilancio tra la potenza e l'energia richiesta e quelle prodotte. Il sistema, inoltre, deve essere in grado di garantire il vettoriamento dell'energia dai nodi di generazione a quelli di carico assicurando sicurezza di funzionamento, livelli accettabili di qualità e costi complessivamente contenuti. Affinché le condizioni operative si mantengano interne ad una "regione sicura" di funzionamento, il sistema deve avere la capacità di fornire la potenza necessaria ai carichi anche in presenza di disturbi, quali variazioni impreviste della domanda di carico, distacco di unità di generazione, variazioni d'assetto della rete di trasmissione, ecc.. Questa capacità del sistema, che concorre a definire la sua cosiddetta "robustezza", richiede la presenza di un'adeguata riserva di generazione e di alcune ridondanze nella rete, in modo tale che risulti bassa (o in ogni caso controllata) la probabilità che qualunque possibile contingenza abbia effetti disastrosi per il sistema stesso.

4.1 Rischio associato all'indisponibilità di potenza

Sul bilancio di potenza nel sistema elettrico nazionale, dai più recenti dati pubblicati [1] dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (GRTN) risulta:

- potenza disponibile nominale	76.400 MW	
- potenza disponibile reale	48.700 MW	(tenendo conto di impianti in rifacimento, di una indisponibilità fisiologica del 15%, ecc...)
- potenza importata dall'estero	6.000 MW	
- totale potenza disponibile reale	54.700 MW	
- potenza richiesta massima	52.000 MW	

Da tali dati si evidenzia un margine residuo di potenza per il sistema elettrico italiano di 2.700 MW. Con tale margine si dovrà far fronte ad un incremento dei consumi annui prudenzialmente stimato intorno al 3%.

Sarà necessario, inoltre, fronteggiare le richieste di fuori servizio che verranno avanzate dai proprietari degli impianti di generazione per il loro potenziamento e ammodernamento (nel breve-medio termine tale richiesta potrebbe interessare una potenza complessiva variabile da 10.000 MW a 14.000 MW), verificandone la reale fattibilità senza perdere in ogni condizione la garanzia della totale copertura del fabbisogno nazionale.

4.2 Rischio associato all'indisponibilità di energia

Per quanto riguarda le cause di black-out riconducibili ad indisponibilità di energia, il quadro di tutte le problematiche direttamente ed indirettamente coinvolte si presenta particolarmente complesso e articolato. In considerazione degli obiettivi principali della memoria e delle ovvie esigenze di sintesi, è sembrato opportuno limitarsi ad alcune semplici considerazioni (integrate con qualche dato particolarmente significativo) su tre aspetti principali, che riguardano il bilancio di energia (I), l'impiego di fonti rinnovabili (II) ed il riassetto del mercato elettrico (III):

I. L'Italia, com'è noto, soddisfa la richiesta energetica interna importando da altri Paesi una certa quantità di energia. In particolare, nel 2001 la produzione netta nazionale ha soddisfatto l'84,2% della richiesta di energia, con una massima capacità di trasporto delle linee di interconnessione di 6.000 MW. Con riguardo all'andamento della domanda di energia, inoltre, dai dati [1] del GRTN risulta quanto segue:

- domanda anno 2001	305,4 TWh	(2,3% in più rispetto al 2000)
- domanda anno 2005	345 TWh	(stima)

⁽¹⁾ Il termine *indisponibilità* è usato nella memoria non in senso affidabilistico, ovvero come la probabilità che un certo nodo della rete non venga regolarmente alimentato, bensì nella connotazione più generale di mancanza di quantità (di potenza e di energia) sufficiente per garantire il corretto funzionamento del sistema.

Il tasso medio di incremento stimato della domanda, riferito al periodo 2001-2005, è riportato in tabella 2.

Tabella 2 – Tasso medio di incremento stimato della domanda di energia elettrica

Periodo	Tasso medio di incremento stimato
2001 - 2002	2 %
2002 - 2003	3,3 %
2003 - 2005	3,5 %

I problemi di disponibilità idroelettrica, che hanno recentemente limitato la produzione in diversi impianti del nostro Paese (soprattutto nel sud e nelle isole), se in futuro dovessero persistere o aggravarsi, potrebbero rendere ancora più marcata la dipendenza energetica dall'estero. In tale scenario, infatti, occorrerebbe compensare la minore produzione idroelettrica attraverso:

- maggiori importazioni di energia dai Paesi vicini, nei limiti delle capacità di trasporto delle linee di interconnessione, e nell'ipotesi che anche tali Paesi non abbiano problemi analoghi;
- la maggiore utilizzazione di fonti tradizionali, con implicazioni negative sia in termini di costo, sia con riguardo alle problematiche di impatto ambientale.

- II. Gli aspetti appena evidenziati al punto precedente assumono particolare interesse, in termini più generali, in considerazione della crescente diffusione di gruppi di generazione che utilizzano fonti rinnovabili (idroelettrici, eolici, fotovoltaici, ecc.). Nel 2000 le energie rinnovabili hanno coperto il 19% del fabbisogno nazionale (pari a circa 15 TWh), di cui il 90% attraverso geotermia e mini-idro. Gli obiettivi fissati sino al 2010 ipotizzano una produzione di circa 35 TWh da fonti rinnovabili, con una disponibilità di almeno 9000 MW di potenza installata, sfruttando anche la produzione da biomasse, biogas ed eolico, che rappresenteranno segmenti con percentuali di crescita molto alte (il settore eolico in particolare ha già conosciuto nel periodo 1995-1999 un significativo sviluppo che si è confermato nel 2000 con l'entrata in servizio delle centrali eoliche siciliane di Carlentini e Sclafani Bagni). L'affermarsi di tali tendenze, a fronte degli enormi ed indiscutibili vantaggi ambientali, renderà la produzione di energia sempre più dipendente dalla disponibilità delle fonti energetiche primarie (vento, sole, acqua, ecc.), con i rischi che ne possono derivare.
- III. Mutamenti radicali negli ultimi anni stanno interessando l'assetto del mercato elettrico del nostro Paese, con un processo di liberalizzazione avviatosi con l'emanazione del Decreto Legislativo n. 79 del 16 marzo 1999 (che ha recepito la Direttiva comunitaria 96/92/CE del 19 dicembre 1996 "Norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica"). Il Decreto stabilisce le linee guida per il riassetto del settore elettrico, con l'istituzione tra l'altro del *Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (GRTN)*, del *Gestore del Mercato Elettrico (GME)* e dell'*Acquirente Unico (AU)*. Il *Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale* esercita le attività di trasmissione e dispacciamento dell'energia elettrica e la gestione unificata della rete di trasmissione nazionale con l'obbligo, tra gli altri, di garantire la sicurezza, l'affidabilità, l'efficienza e il minor costo del servizio e degli approvvigionamenti, deliberando anche gli interventi di manutenzione e sviluppo della rete. L'*Acquirente Unico* (società per azioni senza fini di lucro costituita dal *GRTN*) stipula e gestisce contratti con i produttori al fine di garantire ai clienti vincolati (piccoli utenti) la disponibilità della capacità produttiva di energia elettrica necessaria e la fornitura dell'energia elettrica in condizioni di continuità, sicurezza ed efficienza del servizio, nonché di parità del trattamento, anche tariffario. La gestione economica del mercato elettrico è affidata al *Gestore del Mercato Elettrico (GME)*, che ha il compito di organizzare il mercato stesso secondo criteri di neutralità, trasparenza, obiettività, nonché di concorrenza tra produttori, assicurando altresì un'adeguata disponibilità della riserva di potenza.
- Premesso che il D.Lgs. 79/99 definisce il dispacciamento come l'attività diretta ad impartire disposizioni per l'utilizzazione e l'esercizio coordinati degli impianti di produzione, della rete di trasmissione e dei servizi ausiliari, occorre ricordare che sono state previste per il mercato italiano due fasi distinte:
- una prima fase nella quale viene adottato il *dispacciamento passante*, inteso come dispacciamento condizionato unicamente da impedimenti o vincoli di rete (dall'1/4/99);
 - una seconda fase definitiva nella quale adottare il *dispacciamento di merito economico*, inteso come dispacciamento effettuato rispettando una lista stilata sulla base di prezzi di offerta crescenti, salvo impedimenti o vincoli di rete (inizialmente prevista dall'1/1/2001 e in atto ancora inattiva).

Con riferimento alla seconda fase, che caratterizzerà il mercato elettrico italiano a partire dall'immediato futuro, è di particolare interesse il Decreto MICA 9 Maggio 2001 (G.U. n.127 del 4-6-2001) "Approvazione della disciplina del mercato elettrico di cui all'art.5, comma 1, del decreto legislativo 79/99". Il documento approvato, proposto dal *GME*, consta di 74 articoli suddivisi in sei titoli e costituisce un aggiornamento dei testi ufficialmente già adottati dal *GME* nel novembre 2000 e nel marzo 2001. La disciplina prevede l'organizzazione di un mercato elettrico articolato in:

- mercato del giorno prima dell'energia, in una sola sessione, ove si formano i prezzi sulla base delle offerte di acquisto e di vendita per ciascuna ora del giorno successivo;
- mercato di aggiustamento, in due sessioni: la prima successiva al mercato del giorno prima e la seconda all'inizio del giorno al quale le contrattazioni si riferiscono;
- mercato per la risoluzione delle congestioni che il *GRTN* stima si potrebbero verificare in relazione ai flussi dati dai mercati precedenti;
- mercato della riserva, in unica sessione;
- mercato del bilanciamento, in diverse sessioni, per compensare gli scostamenti fra immissioni e prelievi effettivi rispetto agli impegni assunti nel mercato del giorno prima.

Nel panorama internazionale altre esperienze di mercato liberalizzato hanno recentemente determinato (in concomitanza ad altri fattori) gravi disagi. Ci si riferisce, in particolare, a quanto si è verificato nello stato della California nel 2001, quando l'offerta di energia elettrica non è stata più in grado di fronteggiare la domanda in un assetto di mercato liberalizzato (dal 1996), con gravissime implicazioni economiche e sociali che hanno condotto il governatore dello Stato a dichiarare lo stato di emergenza. La situazione italiana, per fortuna, presenta sostanziali differenze rispetto a quella californiana, con rischi che sembrano ragionevolmente più contenuti. In ogni caso, dalle esperienze straniere (soprattutto da quelle negative) è bene trarre tutti gli insegnamenti possibili per assumere regole e comportamenti che possano ulteriormente scongiurare qualunque evenienza grave o, comunque, dannosa.

5. LA GESTIONE SINERGICA DEL RISCHIO

Il rischio black-out, alla luce della complessità tecnica e delle relative ricadute economiche e sociali, richiede una gestione sinergica dello scenario emergenziale evolutivo di cui deve farsi carico, in modo diretto, il Servizio Nazionale della Protezione Civile.

La protezione civile (tramite il Dipartimento della Protezione Civile) ha come strumento normativo, per acquisire informazioni e collaborazioni dalle amministrazioni e dagli enti pubblici nonché dalle società operanti nel settore dei pubblici servizi, il Decreto Legge 7 settembre 2001 n. 343 coordinato con la Legge di conversione 9 novembre 2001 n. 401, recante "Disposizioni urgenti per assicurare il coordinamento operativo delle strutture preposte alle attività di Protezione Civile e per migliorare le strutture logistiche nel settore della difesa civile".

Nell'ambito dell'approccio all'emergenza, di cui alla Legge 225/92 istitutiva del Servizio Nazionale di Protezione Civile, gli scenari emergenziali che coinvolgono utenze sensibili, sia nel caso di solo black-out che in sovrapposizione con calamità naturali, potrebbero rientrare tra le seguenti tipologie di eventi (di cui all'articolo 2, comma 1, della Legge stessa):

- a) eventi naturali o connessi con l'attività dell'uomo che possono essere fronteggiati mediante interventi attuabili dai singoli enti e amministrazioni competenti per via ordinaria;
- b) eventi naturali o connessi con l'attività dell'uomo che per loro natura ed estensione comportano l'intervento coordinato di più enti o amministrazioni competenti in via ordinaria;
- c) calamità naturali, catastrofi o altri eventi che, per intensità ed estensione, debbono essere fronteggiati con mezzi e poteri straordinari.

Con riferimento a tali eventi, è necessario svolgere le attività di protezione civile volte alla previsione e prevenzione del rischio, al soccorso delle popolazioni sinistrate ed ogni altra attività necessaria ed indifferibile diretta a superare l'emergenza connessa, dove:

- la previsione consiste nell'attività finalizzata allo studio e alla determinazione delle cause di black-out, ed alla individuazione del livello di rischio associato a ciascuna area del territorio, in base anche alla tipologia di utenze sensibili eventualmente presenti;
- la prevenzione consiste nelle attività volte a ridurre al minimo la possibilità che si verifichino black-out e a limitarne le conseguenze, anche sulla base delle conoscenze acquisite nella precedente attività di previsione;
- il soccorso consiste nell'attuazione degli interventi tecnici, sanitari, assistenziali, diretti a assicurare alle popolazioni colpite ogni forma primaria di protezione dall'evento;

- il superamento dell'emergenza consiste unicamente nell'attuazione, coordinata con gli organi istituzionali competenti, delle iniziative necessarie ed indilazionabili volte a rimuovere gli ostacoli alla ripresa delle normali condizioni di vita.

Si approfondiscono, di seguito, i principali aspetti relativi alle possibili misure di prevenzione e di protezione.

5.1 Prevenzione

Per l'aspetto prevenzione, con riferimento specifico al ruolo del sistema elettrico di potenza, assumono una rilevanza generale:

- la politica energetica e l'insieme di regole che guideranno le strategie di approvvigionamento dell'energia e le transazioni fisiche ed economiche nel nuovo mercato liberalizzato dell'energia elettrica;
- la pianificazione strategica e attuativa di adeguati interventi di adattamento, sviluppo e potenziamento delle reti di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica;
- l'applicazione rigorosa delle disposizioni normative vigenti, oltre che lo studio e la messa a punto di altre prescrizioni che potrebbero derivare dall'evoluzione normativa.

Da tali misure di carattere generale discendono una serie di provvedimenti e azioni specifiche attraverso le quali è possibile ridurre e controllare la probabilità di black-out.

5.2 Protezione

Con riguardo agli interventi di protezione, a fronte di black-out come evento incidentale, le misure da mettere in atto possono essere suddivise in due tipologie generali:

- misure attuabili dai gestori del sistema elettrico;
- misure attuabili dal servizio di protezione civile.

Tra i provvedimenti del primo tipo assumono particolare rilevanza le misure contenute nel cosiddetto piano di riaccensione [2], preventivamente predisposto dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale e attuato a seguito del riconoscimento dello stato di black-out del sistema. Il piano di riaccensione (o black-start) è costituito dall'insieme delle informazioni e delle disposizioni necessarie alle unità responsabili del controllo e della conduzione del sistema elettrico per ripristinare rapidamente le normali condizioni di alimentazione dell'utenza a seguito del black-out, parziale o generalizzato. Le strategie messe a punto includono, in generale, il ripristino di gruppi di generazione isolati, con la formazione di cosiddette isole di carico locali, e la successiva graduale integrazione di queste isole in sottosistemi di dimensioni maggiori, sino ad ottenere la completa rimagliatura dell'intero sistema di trasmissione. Per sua natura il piano di riaccensione richiede il coinvolgimento di numerose unità e l'utilizzo coordinato, in condizioni di funzionamento spesso critiche, di impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Tutte le risorse allo scopo necessarie vanno verificate ed aggiornate periodicamente perché costituiscono l'unica reale garanzia di successo del piano.

Anche la presenza (destinata a divenire sempre più diffusa) di gruppi di generazione di piccola e media taglia (da qualche kW ad alcuni MW), connessi alle reti elettriche in bassa e media tensione, potrebbe rappresentare una nuova prospettiva per consentire l'alimentazione in emergenza di utenze sensibili, ammettendone in particolari condizioni il funzionamento in isola. Alcuni gruppi, inoltre, potrebbero fornire un servizio di black-start ed essere efficacemente inseriti nelle strategie di riaccensione, cui già in precedenza si è fatto cenno.

Oltre ai provvedimenti di stretta pertinenza elettrica, occorre mettere in atto altre misure di protezione civile in dipendenza dello stadio di allertamento emergenziale.

5.3.1 Attivazione degli stadi di allertamento emergenziali

Considerato che i black-out di energia elettrica possono dar luogo a problematiche di protezione civile o, nei casi più gravi, a sovrapposizioni di problematiche di protezione civile, appare necessario trattare tali eventi secondo il normale approccio all'emergenza. A tale scopo, a fronte di indagini specifiche sui vari scenari ipotizzabili, occorre stabilire quali soglie (di attenzione, preallarme, allarme ed emergenza) assumere per consentire l'attivazione delle più idonee procedure di intervento per le diverse fasi operative.

Tali soglie, che dipenderanno essenzialmente dal tipo di utenza sensibile e dai tempi previsti per il ripristino delle normali condizioni di alimentazione, possono caratterizzarsi come segue:

- *attenzione o vigilanza*: black-out atteso di breve durata affrontabile, dal gestore, con ordinarie procedure di intervento interne al sistema elettrico;
- *preallarme o allertamento*: black-out potenzialmente evolutivo con tempi attesi significativi, inizialmente affrontabile internamente; il gestore informa tempestivamente gli uffici competenti segnalando la gravità del possibile evento, l'area interessata e ogni altro elemento utile ai fini della predisposizione dei più adeguati interventi di soccorso;
- *allarme*: inefficacia di intervento su evento inizialmente minore che fa supporre con sufficiente probabilità il verificarsi di un black-out grave, oppure black-out grave del sistema; una volta allarmati gli uffici competenti, si dà luogo all'eventuale attuazione del piano di emergenza di protezione civile;
- *emergenza*: black-out ad evoluzione rapida le cui azioni di protezione interne finalizzate a dare soluzione al problema risultano inefficaci, si ha il prodursi di un grave scenario incidentale atteso; si dà luogo all'attuazione del piano di emergenza di protezione civile.

Attualmente nessuna norma indica una specifica caratterizzazione, in termini di durata delle interruzioni in relazione alle diverse possibili utenze sensibili, delle soglie sopra elencate.

Da qualche anno, invece, sono in vigore provvedimenti dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas sulla regolamentazione servizio di fornitura di energia elettrica che, in base al tipo di area (ad alta, media e bassa concentrazione) indica i livelli di continuità che devono essere garantiti dagli esercenti delle reti di distribuzione. Tali livelli sono espressi in termini di durata massima annua di interruzione per utente (tabella 3) e si riferiscono ad interruzioni lunghe (>3min) senza preavviso.

Tabella 3 – Livelli di riferimento nazionali per interruzioni lunghe senza preavviso
(dalla delibera 202/99 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas)

TIPO DI AREA	NUMERO ABITANTI	DURATA MASSIMA ANNUA
Ad alta concentrazione	> 50.000	30 min
A media concentrazione	tra 5.000 e 50.000	45 min
A bassa concentrazione	< 5000	60 min

E' evidente che la specifica caratterizzazione adottata dall'Autorità è finalizzata esclusivamente alla regolamentazione della qualità del servizio di fornitura dell'energia elettrica.

Nella logica delle problematiche oggetto della memoria, invece, le diverse soglie dovrebbero essere definite per singolo evento e in relazione non solo al numero di abitanti dell'area interessata, ma anche al tipo e al numero di utenze sensibili presenti nell'area, quali:

- strutture ospedaliere,
- poli industriali,
- industrie chimiche e petrolchimiche,
- centri abitati di difficile raggiungimento per i soccorsi,
- ecc....

Ai fini della sinergia fra le azioni protettive da attuare (solo schematicamente rappresentate in figura 1), assume particolare rilevanza la stesura di adeguati piani di emergenza a carico sia dei gestori elettrici sia del Servizio Nazionale della Protezione Civile.

6. PIANI DI EMERGENZA

Nell'ambito della pianificazione di emergenza per fronteggiare l'evento black-out è necessario predisporre due diversi tipi di piani di emergenza [3]: uno con finalità strettamente tecniche, a carico dei gestori elettrici (per i diversi stadi del sistema, dalla produzione alla distribuzione dell'energia elettrica), ed un altro a carico delle strutture di protezione civile per le operazioni di soccorso e di assistenza alla popolazione nelle aree eventualmente interessate dall'emergenza. Tali piani devono necessariamente avere un adeguato grado di coordinamento, al fine di evitare ridondanze e limitare le incertezze.

La redazione di un piano di gestione delle emergenze deve prevedere l'elaborazione di specifiche regole (scritte) che consentano, ad ogni struttura tecnico-organizzativa preposta ad intervenire, di gestire e risolvere le emergenze stesse, nel rispetto di sufficienti livelli di sicurezza.

I piani di emergenza predisposti dai gestori dovrebbero almeno prevedere:

- l'analisi delle probabili emergenze che potrebbero interessare il sistema elettrico, con la determinazione dei vari livelli di allertamento emergenziale;
- le informazioni relative al sistema interessato dall'emergenza;

- le informazioni relative ai clienti interessati dall'evento, con l'indicazione di quelli di particolare vulnerabilità;
- l'indicazione della composizione e delle azioni della struttura organizzativa preposta alla gestione delle emergenze (comitato emergenze);
- le modalità operative per la messa in sicurezza del sistema, la definizione degli interventi provvisori per le rialimentazioni, la definizione degli interventi per il ripristino definitivo delle attività di produzione, trasmissione e distribuzione.
- le indicazioni per l'allertamento del personale e la reperibilità di materiali e attrezzature;
- i rapporti con gli enti esterni coinvolti nello scenario emergenziale e con la stampa;
- gli elenchi contenenti i recapiti dei componenti dei gestori dell'emergenza, del personale di intervento, delle Autorità e degli enti da informare.

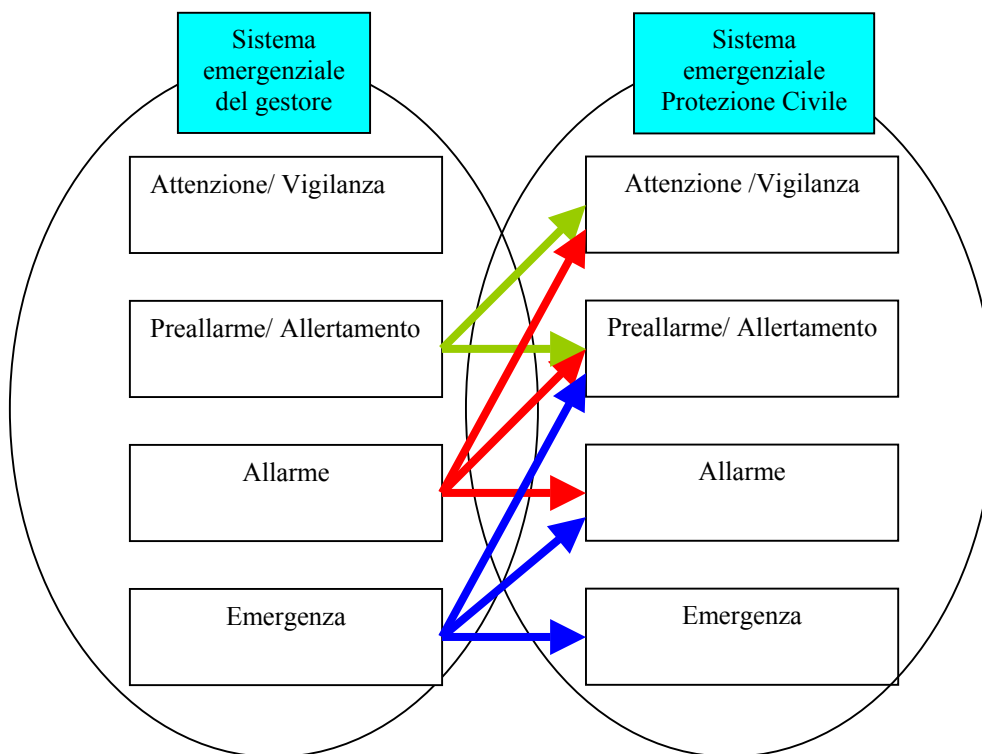


Figura 1 – Rappresentazione schematica delle relazioni sinergiche tra gestore elettrico e protezione civile

7. CONCLUSIONI

Nella memoria sono stati inquadrati e discussi gli aspetti ritenuti maggiormente caratterizzanti il rischio black-out, dalle probabili cause ai possibili provvedimenti di prevenzione e protezione.

Si tiene a precisare in conclusione che, tenuto conto della molteplicità e della complessità degli aspetti coinvolti nel tema trattato, il lavoro svolto non è da ritenere in alcun modo esaustivo rispetto a tutte le problematiche attinenti, ma, al contrario, ha consentito di porre in maggiore evidenza la necessità di ulteriori approfondimenti sul rapporto tra fornitura elettrica e problematiche di protezione civile e di sviluppare ogni altra forma di attività che possa consentire di gestire al meglio il rischio di disalimentazione di aree estese, o comunque sensibili, del sistema di utilizzatori di energia elettrica.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Rapporto sulle attività del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, Aprile 2001-Marzo2002, www.grtn.it
- [2] Piano di riaccensione del sistema elettrico nazionale, 2000, www.grtn.it
- [3] Ferdinando D'Anna, Tesi Corso Disaster Management 2001 "Sistema di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica e problematiche di protezione civile"