

Le Smart Grid per un futuro energetico sostenibile e sicuro

Un futuro energetico sostenibile richiede un incremento significativo delle fonti rinnovabili e, implicitamente, l'ammodernamento delle reti elettriche in ottica Smart Grid. Infatti, è oramai diffusa la consapevolezza che per raggiungere gli obiettivi nazionali ed europei è essenziale integrare sempre più le fonti rinnovabili non programmabili – elemento cardine della transizione energetica – in modo sicuro ed affidabile nei sistemi elettrici, ammodernandoli e potenziandoli con il supporto di tecnologie informatiche e di comunicazione.

DOI 10.12910/EAI2020-043

di **Maria Valenti**, Responsabile Laboratorio Smart Grid e Reti Energetiche, ENEA - **Giorgio Graditi**, Direttore del Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili, ENEA

L'energia sostenibile, accessibile e sicura dovrà essere il paradigma di sviluppo dei sistemi energetici futuri per preservare il nostro Pianeta e i suoi abitanti. L'elettificazione dei consumi energetici con un utilizzo diffuso e distribuito delle fonti rinnovabili e meccanismi di integrazione «intelligente» nelle reti elettriche, è uno degli strumenti fondamentali per realizzarlo: in breve, **un connubio tra fonti rinnovabili e Smart Grid, come presupposto implicito degli obiettivi energetici nazionali ed europei. Infatti, è oramai diffusa la consapevolezza che l'ammodernamento delle reti elettriche in ottica Smart Grid è essenziale per integrare le fonti rinnovabili non programmabili – elemento cardine della transizione energetica – in maniera sicura ed affidabile nei sistemi elettrici.**

Ma che cosa sono le Smart Grid? E come stanno cambiando le attuali reti? Le reti elettriche intelligenti, più comunemente note con il termine inglese di Smart Grid, contrariamente a quanto spesso si crede, non sono reti

elettriche sostitutive delle attuali reti di distribuzione, ma **un nuovo modo di utilizzare le reti preesistenti, opportunamente rinnovate e potenziate mediante l'utilizzo di tecnologie informatiche e di comunicazione.** Gli odierni sistemi elettrici (Figura 1), concepiti quando l'energia elettrica veniva prodotta principalmente dai combustibili fossili, sono essenzialmente reti unidirezionali progettate per veicolare flussi di potenza dai generatori convenzionali – centrali termoelettriche di grossa taglia attestate a livello di trasmissione e gestite dagli operatori di rete – agli utenti finali della rete di distribuzione con un approccio di tipo *top-down*.

Con il diffondersi di numerosi impianti di generazione a fonte rinnovabile non programmabile, di piccola taglia e dislocati lungo la rete di distribuzione (generazione distribuita), ai sistemi elettrici viene richiesto di funzionare come sistemi bidirezionali, riuscendo ad accogliere la produzione elettrica proveniente da molteplici nodi di generazione, generalmente non programmabili

a priori, ovvero non coordinabili centralmente dal gestore di rete di distribuzione. Pur tuttavia, in questo scenario gli operatori di rete si trovano a dover comunque garantire l'adeguatezza del sistema elettrico. Diviene, pertanto, fondamentale intervenire sulle attuali reti con processi di ristrutturazione e *smartizzazione*, economicamente sostenibili e attuabili in tempi ragionevolmente brevi, per accogliere quote crescenti di energie rinnovabili e generazione distribuita. E questi interventi risultano ancor più urgenti se si considera l'obiettivo di crescita delle rinnovabili introdotto dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima [1] con le fonti rinnovabili che, al 2030, dovranno coprire una quota del 30% dei consumi finali lordi di energia rispetto al 18,3% del 2017.

Le Smart Grid: un sistema integrato di reti elettriche e ICT

Pur non essendo disponibile una definizione univoca, le Smart Grid possono essere considerate reti in cui i flussi di dati fungono da *driver* per i flussi

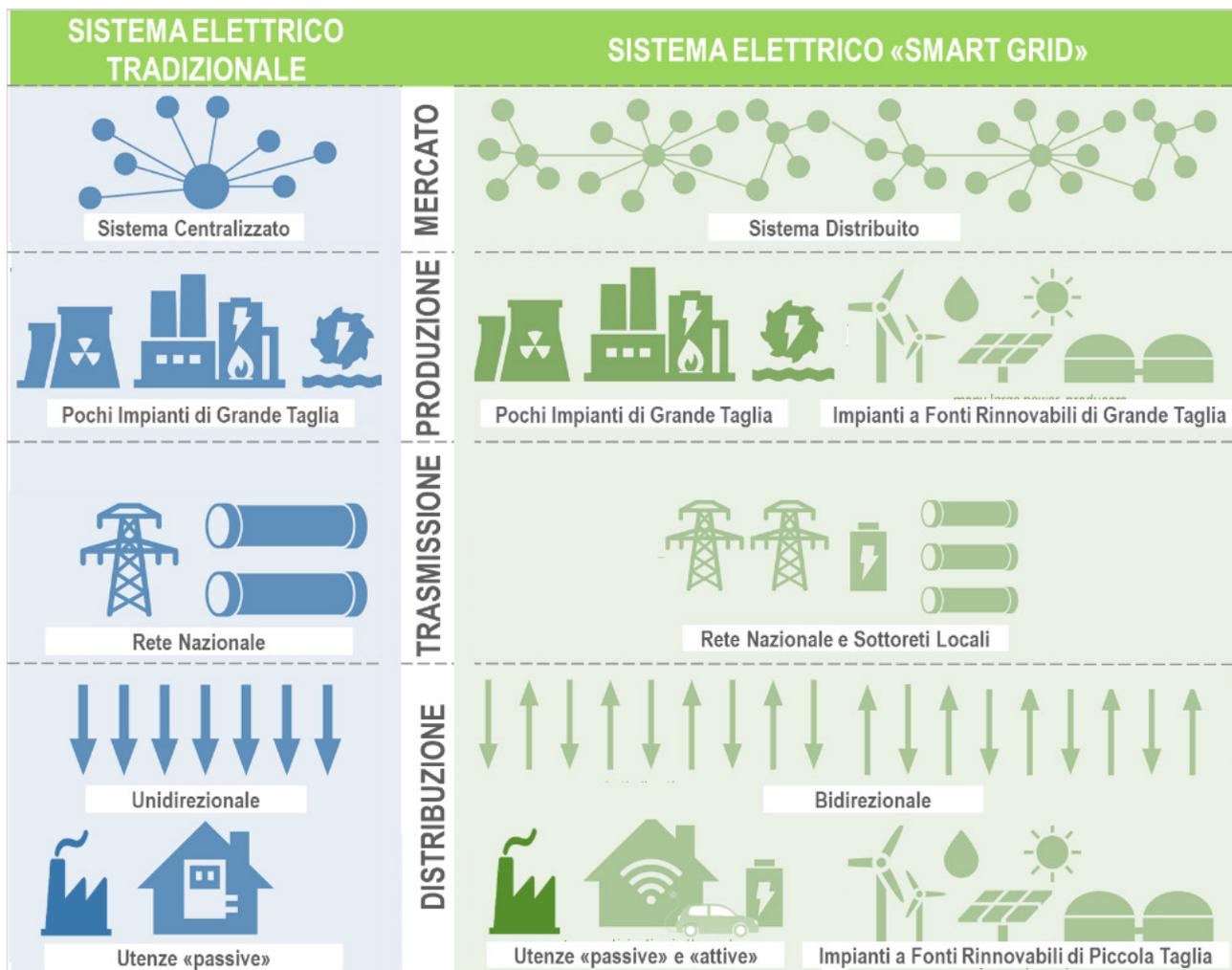


Fig. 1 Sistema elettrico tradizionale verso smart grid

energetici grazie alla sovrapposizione concettuale di più infrastrutture (Figura 2). In accordo con la definizione della IEA (International Energy Agency), una Smart Grid è un sistema di reti elettriche che utilizza la tecnologia digitale per monitorare e gestire il trasporto di elettricità da tutte le fonti di generazione per soddisfare le diverse richieste di energia elettrica degli utenti finali. Una logica centrale consente di coordinare le esigenze e le capacità di tutti i generatori, operatori di rete, utenti finali e parti interessate del mercato elettrico al fine di:

- **ottimizzare** l'utilizzo e il funziona-

mento delle risorse;

- **minimizzare** i costi e gli impatti ambientali;
- **massimizzare** l'affidabilità, la stabilità e la resilienza della rete.

Sensoristica di misura, dispositivi di attuazione e automazione, apparati informatici e di comunicazione rendono possibile lo scambio informativo e l'invio di segnali di comando, controllo e automazione dal sistema di gestione digitale - l'intelligenza della rete - agli apparati fisici dell'infrastruttura elettrica. I segnali di controllo ed attuazione inviati ai dispositi-

vi fisici della rete non rispondono più alla sola logica centralizzata ed unidirezionale dei sistemi tradizionali, ma sono il risultato di logiche di gestione avanzata che gestiscono, in tempo reale, i flussi di energia e potenza determinando i valori di *setup* «ottimali» per le risorse distribuite di generazione e carico. Basata su modellizzazione matematica, tecniche di intelligenza artificiale e programmazione avanzata, l'intelligenza di una rete smart:

- consente un **utilizzo coordinato delle risorse distribuite** contribuendo ad una effettiva **valorizzazione** delle stesse;

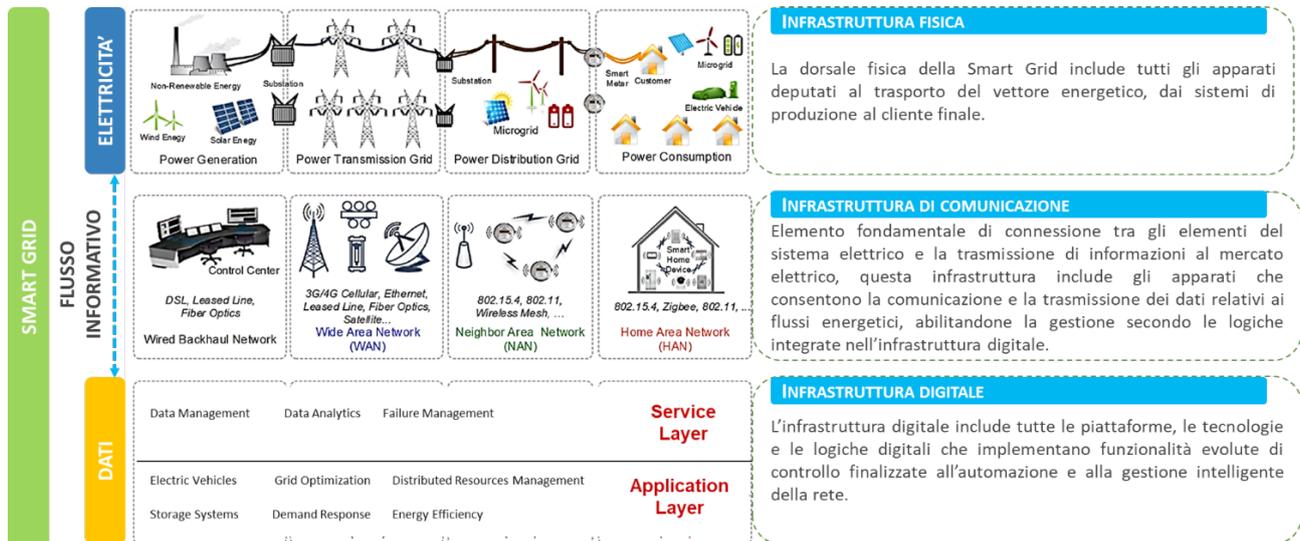


Fig. 2 Schema concettuale multilayer di una smart grid [2], [3]

- abilita l'integrazione in rete di quote crescenti di generazione non programmabili con benefici ambientali e maggior creazione di valore per tutta la filiera energetica.
- rende più flessibile il rapporto produttore-consumatore aprendo a nuovi meccanismi di offerta basati sul coinvolgimento attivo dell'utente (consumatore e prosumer) e favorendo alla formazione di comunità energetiche sia locali che diffuse.

Le Smart Grid nel contesto applicativo

Ad oggi, le applicazioni Smart Grid disponibili in contesto reale sono prevalentemente di tipo prototipale. Lo sviluppo effettivo su larga scala, infatti, è ancora ostacolato da barriere sociali, tecnologiche e normative, il cui superamento richiede lo sforzo congiunto dei diversi stakeholder coinvolti e non può prescindere da un costante impegno in termini di ricerca, innovazione e sperimentazione. A partire da questi presupposti, in ENEA è stato creato, all'interno del Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili, il Laboratorio Smart Grid e Reti Ener-

getiche, un'unità focalizzata su studio, analisi e ricerca e sviluppo di tecnologie, metodologie e dispositivi per applicazioni nel settore delle Smart Grid e delle reti e microreti energetiche in presenza di poligenerazione distribuita e accumulo energetico. Al fine di validare i risultati della ricerca, non solo in ambiente di simulazione, nei laboratori del Centro Ricerche ENEA di Portici è stata progettata e realizzata una nanogrid sperimentale.

La nanogrid costituita da bus in corrente alternata (AC) e corrente continua (DC) che operano a diversi livelli di tensione (bassa e media), permette di emulare diversi scenari energetici e validare specifiche configurazioni di rete, dispositivi di controllo e protezione, strategie di gestione basate su tecniche di ottimizzazione multi-obiettivo e algoritmi di intelligenza artificiale per la previsione dei carichi e della generazione¹. Numerosi generatori, sistemi di accumulo e carichi rigenerativi, oltre a fonti di generazione rinnovabile reali e/o emulati (fotovoltaico, eolico ecc.) e una stazione di ricarica per veicoli elettrici, realizzano l'infrastruttura. Inoltre, al fine di ricreare un ambiente empirico «rappresentativo» del contesto reale

delle reti elettriche, a breve anche alcune utenze domestiche saranno oggetto della sperimentazione della nanogrid, ovvero saranno dotate di apparati di misura e sensoristica per lo scambio di informazioni circa i propri dati di consumo ed i parametri ambientali: in tal modo sarà possibile emulare e sperimentare «reali» aggregazioni di utenze, che rappresentano un elemento cardine nella transizione verso nuovi modelli energetici nel breve periodo.

Quali prospettive, dunque, per le Smart Grid? Nel futuro saranno reti energetiche integrate e multivettore, in cui logiche digitali, avanzate e ancor più articolate di quelle sopra descritte, consentiranno una gestione integrata e coordinata dei fabbisogni energetici (termico ed elettrico), favorendo uno sfruttamento ancora più efficace della generazione da fonti rinnovabili, garantendo adeguati livelli di resilienza e flessibilità del sistema e facilitando, così, il raggiungimento dei target fissati nel Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC). Proprio alla luce di tale evoluzione, è già in fase di progettazione l'ampliamento ed integrazione della nanogrid in essere con una rete termica.

- ¹ Progetto H2020 Interplan, Progetto ComESto-Community Energy Storage - PON ricerca e innovazione 2014 - 2020 MIUR - ARS01_01259; Progetto Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità - Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 della Ricerca di Sistema Elettrico Nazionale 2019-2021

BIBLIOGRAFIA

1. https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf
2. Rajalingham G., Gao Y, Ho Quang-Dung, Le-Ngoc T. "Quality of service differentiation for smart grid neighbor area networks through multiple RPL instances", Conference: 10th ACM International Symposium on QoS and Security for Wireless and Mobile Networks DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2642687.2642695> (2014)
3. S. Clerici, Le linee Guida per l'ACB delle Smart Grid, Seminario ANIE (2018)