

L'intervento

L'evoluzione del sistema energetico passa per la digitalizzazione e l'integrazione

L'Europa si è candidata a divenire la prima area regionale con una dimensione sociale, economica e produttiva ad impatto climatico nullo al 2050. La transizione energetica verso la neutralità climatica, l'evoluzione del sistema energetico, la sostituzione dei combustibili fossili con le fonti di energia rinnovabile, offriranno un potenziale di crescita economica e di sviluppo tecnologico, e richiederanno una significativa trasformazione nella gestione delle reti energetiche, delle infrastrutture in genere e delle città. Il sistema energetico futuro, caratterizzato dalla crescita della generazione distribuita, dovrà implementare tecnologie e soluzioni per una modalità di gestione integrata, in ottica smart, e orientata alla flessibilizzazione del sistema per mantenere adeguati livelli di sicurezza e resilienza.



di Giulia Monteleone, Direttrice Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili - ENEA

L'evoluzione del sistema energetico avrà un ruolo di primo piano per il conseguimento degli obiettivi di decarbonizzazione al 2030 e 2050. L'attuale sistema energetico è ancora fondato su catene del valore parallele e verticali che collegano rigidamente determinate risorse energetiche a specifici settori d'uso finale. I prodotti petroliferi, ad esempio, sono ancora oggi le materie prime di riferimento nel settore dei trasporti e nell'industria, mentre carbone e gas naturale sono impiegati per la produzione di energia elettrica e riscaldamento. Le reti dell'energia elettrica e del gas sono gestite in modo indipendente tra loro e anche le norme e le regole di mercato sono specifiche per ogni settore. **L'attuale modello non è funzionale alla realizzazione di un sistema energetico e di una economia decarbonizzati, non favorisce lo sfruttamento, il recupero e la valorizzazione, secondo un approccio circolare, di tutte le risorse e dei**

prodotti di scarto, e non possiede il necessario livello di flessibilità richiesto. In futuro, le reti di distribuzione dovranno essere in grado di integrare una maggiore quota di generazione distribuita e di carico (es. veicoli elettrici), di assicurare la partecipazione delle risorse connesse alla rete di distribuzione a servizi di dispacciamento, nonché di utilizzare tali risorse per servizi locali di flessibilità.

In tale contesto, risulta centrale per il percorso di transizione energetica l'implementazione delle tecnologie digitali e ICT al fine realizzare sistemi energetici interconnessi, resilienti e flessibili che superino i tradizionali confini tra domanda e offerta.

La strada per una decarbonizzazione profonda dell'economia europea, al tempo stesso tecnicamente ed economicamente sostenibile, passa dall'integrazione e la digitalizzazione delle reti e infrastrutture energetiche e dall'evoluzione degli strumenti di pianificazione, eserci-



zio, gestione e controllo del sistema energetico nel suo complesso, ossia fonti e vettori energetici, infrastrutture e settori di consumo.

Un nuovo modello di sistema energetico...

Il processo di decarbonizzazione dei sistemi energetici, in atto sia a livello europeo sia a livello nazionale, sta interessando in maniera sostanziale il sistema elettrico evidenziando la necessità di ricorrere a un mix energetico basato sulle fonti rinnovabili, sui vettori energetici puliti e i combustibili sostenibili.

La necessità di rafforzare il peso delle fonti rinnovabili nel mix energetico europeo richiede già ora interventi volti a incrementarne la capacità di generazione. **La non programmabilità delle fonti rinnovabili (specialmente eolico e fotovoltaico) richiederà una vera e propria trasformazione delle reti elettriche e lo sviluppo di sistemi per l'accumulo dell'energia**, anche di larga scala e lungo periodo, e per il trasporto di grandi quantità di energia su grandi distanze.

Il sistema energetico futuro, caratterizzato dalla crescita della generazione distribuita, per mantenere adeguati livelli di sicurezza e resilienza, dovrà implementare tecnologie e soluzioni per una modalità di gestione integrata, in ottica smart, e orientata alla flessibilizzazione del sistema.

Tale approccio potrà rafforzare la competitività dell'economia europea promuovendo tecnologie e soluzioni smart e digitalizzate basate sull'utilizzo dell'IoT, dei BigData, dell'IA e delle Blockchain, per implementare strumenti per il monitoraggio e controllo dei sistemi e delle infrastrutture, per l'analisi dei dati strategici (data analytics, data mining), fino alla creazione di nuove economie (token e sharing economy).

Una migliore integrazione dell'intero sistema energetico potrà, quindi, offrire una maggiore flessibilità, contribuendo ad integrare nel tempo quote più significative di produzione energetica da fonti rinnovabili intermittenti, potenziando le tecnologie per l'accumulo a livello di rete (batterie ed elettrolizzatori), favorendo la diffusione di batterie domestiche negli edifici e di veicoli elettrici ("dietro il contatore", behind-the-meter) che potranno contribuire a gestire meglio le reti di distribuzione. La diffusione dei veicoli elettrici, prevista al 2050, potrebbe fornire fino al 20 % della flessibilità richiesta giornalmente. Il riutilizzo del calore di scarto proveniente da siti industriali, centri dati o altre fonti costituisce oggi un grande potenziale, ampiamente inutilizzato; il riutilizzo dell'energia termica di scarto può avvenire in loco (ad esempio attraverso la reintegrazione del calore di processo all'interno degli impianti

di produzione) o tramite una rete di teleriscaldamento e teleraffrescamento. Gli elettrolizzatori potranno trasformare l'energia elettrica rinnovabile in idrogeno verde, fornendo capacità di tampone (buffering) e accumulo a lungo termine e favorendo l'integrazione dei mercati dell'elettricità e del gas.

...si traduce in un nuovo modello comportamentale e normativo

La realizzazione di un sistema energetico con un maggiore grado di integrazione e smartizzazione rappresenta anche un sistema multidirezionale in cui i consumatori svolgono un ruolo attivo e proattivo nell'approvvigionamento energetico (prosumer: produttori e consumatori). Attraverso la produzione decentralizzata, gli utenti potranno contribuire attivamente all'equilibrio e alla flessibilità complessivi del sistema - ad esempio con l'immissione di biometano prodotto da rifiuti organici nelle reti del gas o di energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici nelle reti elettriche. **Inoltre, tra i diversi settori di consumo potranno e dovranno avvenire sempre più scambi di energia - ad esempio grazie alla costituzione delle Comunità Energetiche Rinnovabili.**

Il collegamento dei diversi vettori energetici e quindi dei differenti settori, attraverso la produzione decentralizzata, l'autoproduzione e l'uso intelligente (smart), l'integrazione e la flessibilizzazione del sistema energetico, contribuirà a favorire una maggiore consapevolezza, partecipazione e responsabilizzazione dei consumatori.

L'apporto delle tecnologie per la digitalizzazione e dell'IA - grazie alla capacità di analizzare grandi quantità di dati in modo rapido e accurato ed individuare pattern e conoscenze per governare in maniera integrata, coordinata e più efficiente reti e infrastrutture - sarà di ausilio alla gestione evoluta delle reti energetiche e, in generale, delle infrastrutture critiche. Tuttavia, l'implementazione di dispositivi e tecnologie digitali connessi alle reti, esporrà le infrastrutture, i gestori delle reti, le aziende e i cittadini a condizioni di vulnerabilità a potenziali attacchi informatici.

Di conseguenza al fine di garantire adeguati livelli di protezione e resilienza occorrerà definire nuovi assetti normativi e regolatori armonizzati e stabili, linee guida, certificazioni internazionali.

Tecnologie, modelli e soluzioni per digitalizzazione e l'integrazione e del sistema energetico

Il termine *smart*, riferito alle reti, alle città, alla mobilità e alla comunità in genere, fa riferimento all'implementazione



di tecnologie e soluzioni per la digitalizzazione del sistema energetico e dei suoi elementi e componenti costituenti, attraverso un approccio basato su tecniche di data mining, applicazioni di IA e algoritmi di ottimizzazione, soluzioni IoT, sensoristica di misura e diagnostica avanzata.

Attraverso la digitalizzazione, dunque, si persegue l'integrazione del sistema energetico, agevolando i flussi dinamici e interconnessi tra i diversi vettori energetici, consentendo l'interconnessione tra settori e rendendo disponibili, in tempo reale, i dati necessari per allineare l'offerta alla domanda. La sensoristica avanzata, le infrastrutture evolute per lo scambio dei dati e con elevate capacità di trattamento degli stessi (Big data), le applicazioni dell'IA, sono alcuni degli strumenti del mondo del digitale che comporteranno miglioramenti e ulteriori potenzialità nelle azioni predittive e nel monitoraggio e nella gestione in remoto della generazione distribuita.

Tuttavia, parlando di digitalizzazione ed energia, non deve essere trascurato l'impatto stesso della digitalizzazione sui consumi energetici; tale aspetto può rappresentare una criticità e una sfida in termini di aumento della domanda di energia per il funzionamento delle reti e dei servizi ICT connessi, quali ad esempio le blockchain e l'IA, che richiedono una grande quantità d'energia per l'elaborazione di calcoli complessi e di risorse computazionali. Di converso, è proprio grazie ad un monitoraggio avanzato, ad una gestione efficiente ed un controllo evoluto delle reti elettriche ed energetiche - che integrano fonti, vettori e combustibili rinnovabili attraverso tecnologie e piattaforme digitali dedicate anche all'acquisto, vendita, distribuzione e utilizzo dell'energia rinnovabile - che sarà possibile evolvere verso

un sistema energetico decarbonizzato ed economicamente e ambientalmente sostenibile.

Il ruolo della ricerca e dell'innovazione

Il perseguimento degli obiettivi di decarbonizzazione del sistema energetico e dell'economia nel suo complesso passa attraverso la necessaria convergenza tra digitalizzazione e sostenibilità, favorendo l'integrazione dei sistemi energetici e dei settori produttivi e la penetrazione dell'economia circolare per la valorizzazione delle risorse.

Percorrere la digitalizzazione con un approccio guidato dalla sostenibilità non solo promuoverà la crescita economica, ma mitigherà anche gli impatti ambientali, aprendo la strada a un futuro più sostenibile, equo e inclusivo. La transizione ecologica andrà, quindi, di pari passo con lo sviluppo delle cosiddette tecnologie abilitanti legate alla digitalizzazione, quali IoT, blockchain, IA, machine learning, big data, robotica, gestione virtuale dei servizi, smart metering, che consentiranno nuove modalità di funzionamento ed efficientamento delle reti energetiche, in un'ottica di maggiore affidabilità e resilienza, accrescendo le performance di erogazione di servizi che saranno resi disponibili.

La ricerca e l'innovazione sono un fattore chiave per realizzare e valorizzare le necessarie sinergie tra le diverse componenti del sistema energetico, favorendo lo sviluppo e la diffusione di tecnologie avanzate e sostenibili che superino le criticità legate alla privacy dei dati, alla sicurezza e all'implementazione etica dell'IA, nonché per supportare la creazione di percorsi di formazione e riqualificazione al fine di rispondere alle richieste del mercato del lavoro e adeguare le professionalità alle nuove esigenze.