

Smart building: F40 un esempio di prosumer flessibile

Nel Centro Ricerche ENEA di Casaccia è stato realizzato un esempio di edificio intelligente, in grado di produrre parte dell'energia di cui necessita, per questo definito "prosumer", in quanto dotato di impianti di generazione ed accumulo. Inoltre, grazie a sistemi avanzati di gestione, è in grado di rendere flessibile la propria domanda di energia, così da adattarsi a differenti richieste legate alla disponibilità di produzione da rinnovabile, all'andamento dei mercati energetici o alle esigenze di stabilità della rete elettrica.

DOI 10.12910/EAI2024-039

di Francesco De Lia, Sabrina Romano, Paolo Zangheri, Laboratorio Smart Cities and Communities - ENEA; Roberto Lo Presti, Riccardo Schioppo, Laboratorio Ingegneria per l'Industria Fotovoltaica - ENEA; Valentina Lucaferri, Laboratorio Analisi e Modelli per le Infrastrutture Critiche ed i Servizi essenziali - ENEA

Gli edifici consumano circa il 40% dell'energia complessiva, rappresentano "il più grande consumatore unico di energia in Europa", per questo motivo tra gli obiettivi proposti dall'Unione Europea c'è quello di costruire e ristrutturare gli edifici in modo da contare su un parco immobiliare sempre più costituito da NZEB, ovvero da edifici con un fabbisogno di energia prossimo allo zero¹ da qui al 2050.

La transizione verso un sistema energetico sostenibile senza emissioni di gas climalteranti dipende anche dall'adozione di tecnologie basate su fonti rinnovabili come il fotovoltaico e l'eolico. Questo richiede un cambiamento nei tradizionali sistemi di generazione centralizzata verso una generazione distribuita bidirezionale, consentendo una domanda energetica adattabile alla potenza disponibile. Questo nuovo approccio richiede l'implementazione di sistemi di controllo avanzati per consentire una domanda flessibile, integrando tecnologie di risposta alla domanda.

Gli edifici flessibili possono svolgere un ruolo chiave in questo contesto, fornendo servizi di rete e accelerando la transizione. La flessibilità energetica di un edificio dipende da vari fattori, tra cui le sue caratteristiche termo-fisiche, i sistemi impiantistici, i sistemi di controllo e il comportamento degli occupanti.

Gli Smart Building di nuova generazione, grazie all'impiego di tecnologie innovative e soluzioni informatiche rappresentano una soluzione efficace per raggiungere gli obiettivi prefissati, ai fini dell'efficienza, del comfort e della flessibilità degli edifici, in quanto capaci di adattarsi alle esigenze dell'occupante, interagire con le reti energetiche e ottimizzarne il funzionamento e la manutenzione. L'ENEA sta sviluppando un modello replicabile di edificio Smart Building terziario di nuova generazione. Si tratta di un "prosumer" flessibile, in quanto dotato di impianti di generazione ed accumulo, e sistemi software di gestione in grado di monitorare i consumi energetici, il grado di comfort e implementare strategie di

controllo automatiche ottimizzate in funzione delle richieste, della produzione da rinnovabile e degli andamenti dei mercati energetici.

L'obiettivo è la riduzione dei costi correlati ai consumi energetici attraverso logiche di automazione innovative. Il punto di partenza è dotare gli edifici di sistemi di produzione e accumulo, nonché di un kit di sensori e dispositivi intelligenti, per il monitoraggio indoor/outdoor ed il controllo remoto delle utenze. La gestione di tutti i dispositivi è demandata a dei concentratori connessi alla rete internet e a sistemi informatici opportunamente sviluppati.

Il prototipo di smart building ENEA

Presso il Centro Ricerche ENEA della Casaccia è stato realizzato un prototipo di edificio intelligente e flessibile dotato di un impianto fotovoltaico da 18 kWp installato sulla copertura dell'edificio ed un sistema di accumulo da 12 kWh con batterie al Litio basate su chimica NMC (nicel manganese cobalto). È in programma l'ampliamento della capacità a 30

¹ <https://www.lumi4innovation.it/energia/come-trasformare-un-edificio-classe-g-in-uno-smart-building-nzeb/>



Figura 1: Il generatore fotovoltaico e il sistema d'accumulo dello Smart Building F40

kWh con chimica LPF (litio ferro fosfato) e ciò consentirà di attuare più efficacemente le strategie di controllo automatizzate.

L'edificio è stato dotato di sensori per il monitoraggio dei consumi energetici e del livello di confort indoor, inoltre alcune stanze sono state dotate di finestre automatizzate ed integrate con sistemi di oscuramento che permettono di controllare e ottimizzare dinamicamente il confort all'interno e che costituiscono un vero e proprio living lab in cui testare non solo le prestazioni energetiche dei componenti ma anche la risposta degli utenti alle tecnologie impiegate.

L'edificio è gestito da due sistemi intelligenti: un Building Energy Management System (BEMS) che si occupa di raccogliere i dati dai dispositivi IoT, implementare le strategie di diagnostica e controllo locali sull'edificio al fine di adattare dinamicamente la richiesta energetica dell'edificio e un Energy Management System (EMS) che coordina i flussi energetici tra l'impianto fotovoltaico, il sistema di accumulo e i carichi dell'edificio sulla base di diverse strategie di gestione sia tradizionali che flessibili.

Grazie all'interazione tra EMS e BEMS il prototipo realizzato è in grado di controllare sia gli usi finali (consumi)

che i sistemi di accumulo in funzione della produzione propria di energia derivante da fonti rinnovabili e delle curve di prezzo dell'energia (PUN).

Più in generale possiamo dire che qualsiasi strategia di gestione potrà essere implementata programmando opportunamente l'EMS di impianto. Per fare ciò, il prototipo è in grado di colloquiare con le piattaforme di aggregazione mediante lo scambio di informazioni (es. flessibilità, consumi, produzione, curve di prezzo, ecc.) secondo principi che ne garantiscono l'interoperabilità, mediante l'utilizzo di protocolli e formati dati aperti e standard.

Test sulla flessibilità

Nel corso del 2022 sono stati condotti test sulla flessibilità lato batteria con la collaborazione del Distributore di energia elettrica di Roma Areti S.p.A.

Nella fase di sperimentazione, si è proceduto al controllo dello storage nel rispetto dei set-point richiesti dal Distributore tramite un sistema automatico di Demand Response. Durante i test, la batteria è stata effettivamente in grado di:

- erogare energia in orari in cui la rete aveva la necessità di ridurre il carico ai fini di una migliore gestione della stes-

sa e riduzione dei picchi di consumo;

- assorbire energia in orari in cui la rete registrava un eccesso di energia prodotta da fonti rinnovabili.

Si è quindi dimostrata la fattibilità tecnica della flessibilità lato batteria e questa soluzione trova ampia replicabilità data la sempre più ampia diffusione dello storage distribuito negli utenti prosumer.

Nel 2024 è stato invece definito un nuovo caso d'uso di flessibilità lato POD (Punto di Consegna). Nello specifico, si è ipotizzato che il distributore abbia la necessità di inviare richieste di potenza non più sulle batterie, ma sul POD in corrispondenza di determinate fasce orarie.

Questo scenario è stato prima simulato con successo sul simulatore di impianti ENEA ed è stata quindi avviata una sperimentazione sul campo. Questa include anche il contributo della flessibilità energetica del sistema edificio-impianto ottenuta mediante lo spostamento del carico termico gestito dalle pompe di calore, che servono sette uffici del living lab dell'edificio F40.

Nel test effettuato il giorno che precede l'evento è stato simulato l'invio da parte del Distributore elettrico (o Aggregatore di una comunità energe-

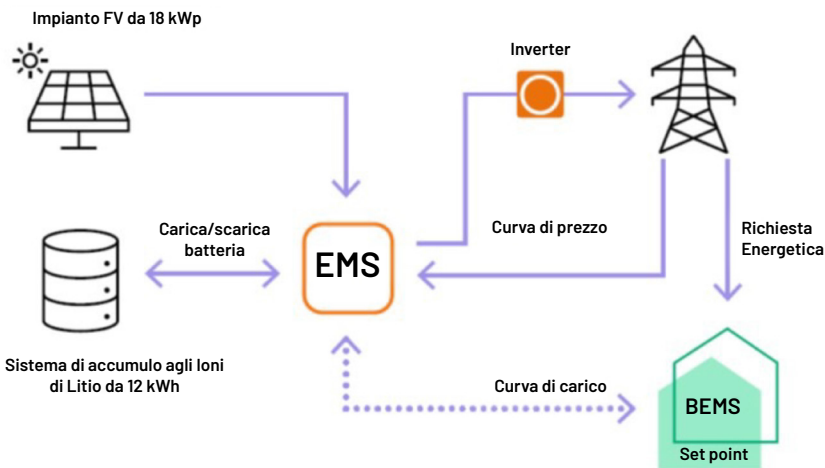


Figura 2: Schema a blocchi dello Smart Building F40

tica) della richiesta di minimizzare il prelievo dalla rete in alcune fasce orarie della giornata. Per definire questa richiesta esterna, come riferimento di

penalità si è considerato l'andamento del PUN (ossia il prezzo dell'energia in funzione dell'andamento del mercato energetico) di una giornata tipo,

che tipicamente presenta dei picchi in due intervalli orari durante l'orario d'ufficio: tra le ore 8 e le 10 del mattino e tra le 16 e le 18 del pomeriggio.

Come mostrato dallo schema riportato in Figura 3, il messaggio viene acquisito dal POD virtuale dell'edificio e viene trasmesso all'EMS (Energy Management System), che gestisce lo storage dell'edificio e all'BEMS (Building Energy Management System) che a sua volta gestisce i carichi elettrici, in particolare quelli termici costituiti dalle pompe di calore che rappresentano il carico flessibile dell'edificio.

L'algoritmo implementato nel BEMS, considerate anche le previsioni meteorologiche per il giorno successivo, elabora una programmazione "flessibile" (ossia le temperature orarie di set-point con cui controllare le pom-

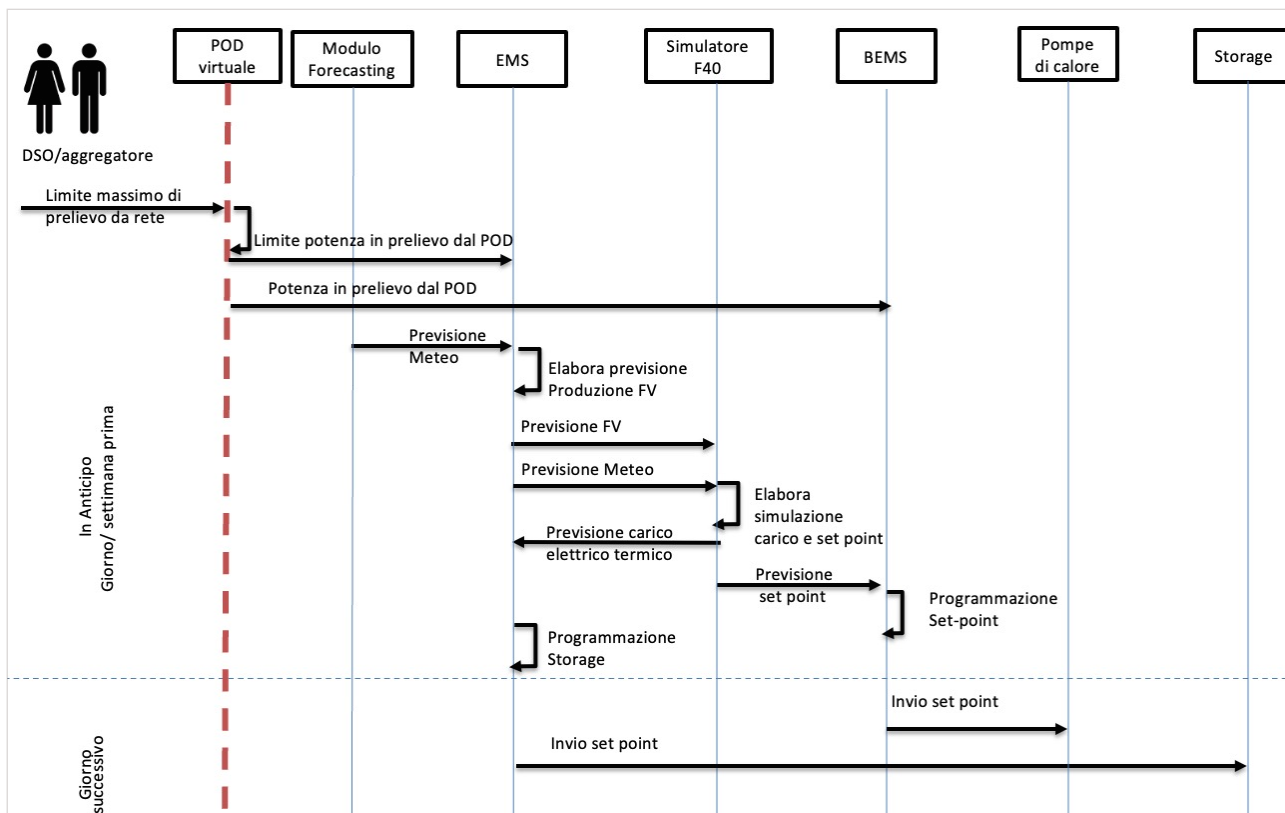


Figura 3: Schema di funzionamento del caso d'uso

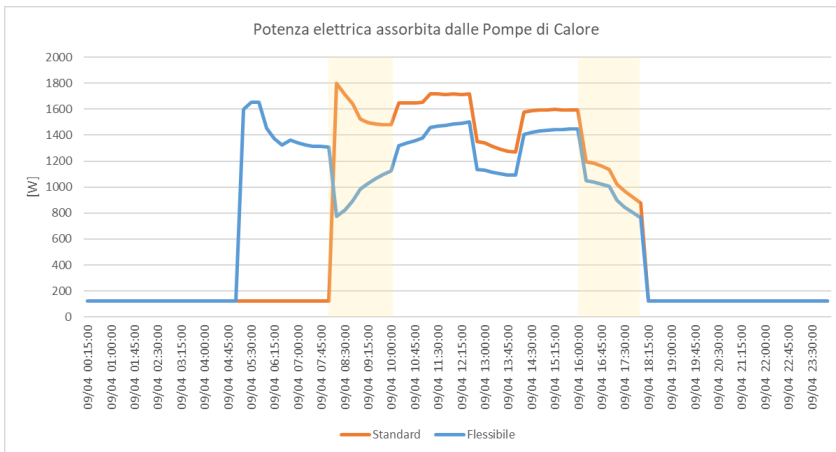


Figura 4: Esempio di modulazione dei carichi termici nel Living Lab F40, al variare del controllo

pe di calore), in grado di anticipare il carico termico rispetto al controllo “standard” e di sfruttare l’inerzia termica dell’edificio per ridurre la domanda energetica durante i periodi di richiesta esterna. Un esempio del risultato ottenibile è riportato in Figura 4: le pompe di calore vengono azionate con un anticipo di tre ore e regolate inizialmente su un set-point di 22°C, col risultato di ridurre del 40% circa la richiesta di energia tra le 8 e le 10 del mattino e del 10-15% durante le altre ore della giornata.

Sulla base del controllo flessibile, il BEMS simula poi il profilo di potenza delle pompe di calore per il giorno successivo e condivide l’informazione all’EMS. Esso considera anche gli altri carichi non flessibili (associati a illuminazione, postazioni di lavoro), nonché la stima della produzione

fotovoltaica, e programma di conseguenza il regime di carico-scarico della batteria, al fine di farle sostenere quanto più possibile il fabbisogno elettrico durante le fasce orarie attenzionate.

Conclusioni

La flessibilità energetica degli edifici descrive la loro capacità di adattare la propria domanda energetica in risposta alle esigenze della rete elettrica, consentendo un utilizzo più efficiente delle risorse e una maggiore resilienza del sistema. **La flessibilità energetica consente di integrare in modo ottimale la produzione da energie rinnovabili intermittenti nella rete elettrica: gli edifici possono agire come centrali di accumulo che immagazzinano l’elettricità prodotta in eccesso durante i periodi di sovrapproduzione e la rilasciano quando la domanda supera l’offerta o quando la rete lo richiede.** Questo equilibrio dinamico aiuta a ridurre gli sprechi e a ottimizzare l’utilizzo delle risorse disponibili, nonché a ridurre la spesa legata al potenziamento e alla manutenzione delle reti di distribuzione. Inoltre, la flessibilità energetica degli edifici favorisce lo sviluppo delle smart city, creando un ecosistema più interconnesso e intelligente: i sistemi di gestione energetica avanzati possono monitorare e regolare in tempo reale il consumo energetico degli edifici, adattandolo alle variazioni della domanda e delle condizioni di mercato. Ciò non solo migliora l’efficienza energetica complessiva, ma permette anche una maggiore partecipazione degli utenti finali nel mercato dell’energia, promuovendo la decentralizzazione e la democratizzazione del settore.

Il prototipo di smart building realizzato in ENEA rappresenta un interessante dimostratore che ben rappresenta il parco immobiliare italiano destinato ad uso d’ufficio. Le sperimentazioni in atto stanno dimostrando la praticabilità di alcune strategie di flessibilità che saranno sempre più adottate, anche per intercettare le valorizzazioni economiche associate ai cosiddetti “servizi ancillari di rete”, che contraddistinguono il nuovo paradigma energetico.

per info: francesco.delia@enea.it