

# Il ruolo dei Virtual Power Plants nella gestione energetica sostenibile

Stefano Bianchi<sup>1</sup>, Allegra De Filippo<sup>2</sup>, Sandro Magnani<sup>3</sup>, Michela Milano<sup>2</sup>, Gabriele Mosaico<sup>4</sup>  
and Federico Silvestro<sup>4</sup>

<sup>1</sup> algoWatt S.p.A, Genova, Italy; <sup>2</sup> University of Bologna, Italy <sup>3</sup> Yanmar R&D Europe S.r.l., Firenze Italy; <sup>4</sup> University of Genova, Italy;

stefano.bianchi@algowatt.com, allegra.defilippo@unibo.it, sandro\_magnani@yanmar.com, michela.milano@unibo.it, gabriele.mosaico@edu.unige.it, federico.silvestro@unige.it

## Abstract

I sistemi elettrici convergono sempre più verso una completa decarbonizzazione delle fonti di generazione elettrica. In questo contesto, il concetto di Virtual Power Plant (VPP) nasce per integrare in maniera efficace ed efficiente le fonti di generazione distribuita. Il progetto VIRTUS mira a creare un prototipo di VPP in grado di coordinare le Risorse Energetiche Distribuite (DER) del sistema elettrico e fornire servizi di flessibilità ai gestori di sistema e ai vari attori del mercato elettrico, con una particolare attenzione al settore industriale. Il progetto prevede lo sviluppo di un'architettura tecnico-economica attraverso la quale implementare modelli di business per la fornitura di servizi al sistema elettrico, con caratteristiche di scalabilità e replicabilità, applicabile potenzialmente a diversi contesti geografici, economici e regolatori.

## 1 Introduzione e Contesto

Alla luce delle Direttive Europee e della SEN – Strategia Energetica Nazionale - sul tema dell'Efficienza Energetica<sup>1</sup>, risulta sempre più significativo il ruolo delle smartgrid nella attuale transizione energetica. I Virtual Power Plant (VPP) sono uno dei principali elementi costitutivi delle reti elettriche intelligenti del futuro. Attraverso l'utilizzo di sistemi ICT avanzati, i VPP consentono, infatti, di gestire la crescente presenza di fonti rinnovabili, aggregando la flessibilità delle risorse energetiche distribuite (DER) in modo efficiente per supportare la generazione convenzionale incrementando, con il contributo flessibile degli utenti finali, l'efficienza complessiva del sistema elettrico.

Il progetto VIRTUS<sup>2</sup> (gestione VIRTUale di risorse energetiche distribuite) si propone di effettuare la realizzazione prototipale di un VPP in contesto terziario industriale. Il progetto intende validare la catena del valore in più distretti reali, di tipo industriale e pubblica amministrazione. L'obiettivo del progetto è dimostrare la fattibilità tecnico-economica del

coordinamento sinergico di risorse distribuite per l'ottimizzazione energetica locale e la fornitura di servizi ai diversi attori del sistema elettrico. Il progetto considera tre obiettivi che si inquadrano in un contesto energetico sostenibile:

- raggiungere una progressiva decarbonizzazione promuovendo l'uso delle risorse rinnovabili;
- aumentare la flessibilità della domanda di energia elettrica per ridurre i picchi di consumo (tecniche Demand Response (DR));
- sostenere un progressivo decentramento dei sistemi energetici.

## 2 Concetto di Flessibilità di un VPP

Le fonti energetiche rinnovabili sono sempre più integrate nella rete elettrica per i loro vantaggi economici e ambientali. Questa integrazione pone sfide ad alto rischio per il funzionamento sicuro e affidabile dei sistemi energetici poiché le risorse energetiche rinnovabili (fonti eoliche e fotovoltaiche) sono di natura stocastica e non dispacciabili. Il sistema elettrico necessita, quindi, di una maggiore flessibilità.

La flessibilità può essere definita come la capacità del sistema elettrico di reagire in modo affidabile e conveniente alla variabilità stimata della domanda e dell'offerta di energia. Esistono vari modi per incrementare la flessibilità di un sistema elettrico: 1) un'adeguata pianificazione e rafforzamento della rete, 2) tecniche di Demand Side Management (DSM), 3) utilizzo di sistemi di accumulo di energia, 4) riduzione della produzione di generatori convenzionali. Il numero di fonti di flessibilità è quindi molto elevato, e la maggior parte di essi è di tipo distribuito e di piccole dimensioni. Per questi motivi, il concetto di Virtual Power Plant e la sua implementazione sono importanti campi di ricerca per l'efficienza energetica e l'incremento di flessibilità di un sistema elettrico [Babatunde *et al.*, 2020; Bianchi *et al.*, 2021]. L'utilizzo di VPP come aggregazione di DER che possono funzionare come una centrale elettrica unica e dispacciabile, consente anche a piccoli impianti intermittenti di partecipare al mercato e collaborare per un miglior funzionamento della rete, assicurato da una adeguata infrastruttura di comunicazione [Bianchi *et al.*, 2021].

Il prototipo di VPP sviluppato all'interno del progetto VIRTUS, consiste in una piattaforma con architettura distribuita (vedere Fig.1), composta da:

<sup>1</sup><https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Testo-integrale-SEN-2017.pdf>

<sup>2</sup><http://www.virtus-csea.it/>

- sistema centrale, responsabile dell'ottimizzazione di tutte le risorse in modo aggregato (singole risorse, e aggregati di risorse locali)
- sistemi locali, che gestiscono una o diverse unità DER locali
- sistema di comunicazione tra sistema di controllo centrale e unità decentrate e verso operatori esterni (Transmission System Operators (TSO) e mercato elettrico)

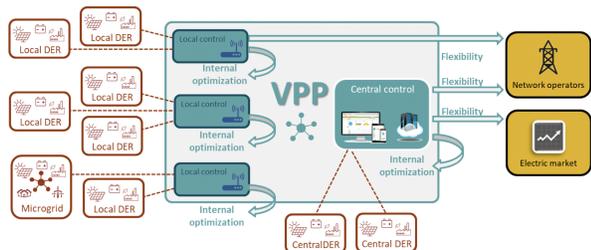


Figura 1: Architettura del prototipo VPP sviluppato nel progetto VIRTUS

Lo scopo finale di un VPP è quindi duplice: da una parte offre la possibilità di partecipare ai mercati di energia elettrica e flessibilità dell'aggregatore e dall'altra può essere utilizzato per il bilanciamento interno di consumi e produzione e per una riduzione dei costi. Dato il duplice scopo di un VPP, anch'esso nel suo complesso può essere visto come una black-box ed essere gestito come un'unica entità dal punto di vista di qualsiasi altro agente di mercato. Utilizzando tecniche di ottimizzazione gerarchica, è quindi possibile per un VPP nascondere la sua complessità intrinseca verso il mercato, sebbene, in realtà, partecipi ad esso per conto di varie DER e unità generatrici convenzionali su piccola scala.

### 3 Fase dimostrativa e Sperimentale

Il consorzio all'interno del progetto VIRTUS sta sviluppando una piattaforma per impianti elettrici virtuali, con un'attenzione particolare alla sua applicazione al settore industriale. La fase di dimostrazione finale si terrà in tre siti reali a carattere industriale e terziario. La piattaforma si avvale di strumenti di simulazione per definire e analizzare cluster di clienti/DER di diversa tipologia e allargare il contesto dimostrativo. Verrà effettuata una valutazione costi-benefici dei casi d'uso identificati, per validare i benefici dei diversi attori del sistema tra cui Retailer, Consumatori e Technology Provider. Sono in fase di valutazione, inoltre, le attuali barriere tecniche, economiche e regolatorie relative alla implementazione del concetto di VPP, rispetto a diversi scenari evolutivi.

I benefici attesi per gli utenti del sistema elettrico nazionale sono, come previsto dalle direttive europee sull'efficienza energetica: 1) la disponibilità di strumenti per incrementare l'efficienza energetica in ambito industriale; 2) l'implementazione di programmi di gestione attiva della domanda, aprendo l'accesso del consumatore al mercato elettrico; 3) la definizione di indicazioni su possibili scenari futuri di interesse per il contesto analizzato.

Lo scopo finale di progetto sarà quello di fornire contributi alla progressiva apertura dei mercati agli aggregatori virtuali [Burger *et al.*, 2017], facilitando la partecipazione aggregata dei DER al sistema elettrico italiano, e contribuendo a raggiungere gli obiettivi del Piano nazionale integrato per l'energia e il clima del 2030<sup>3</sup>.

### 4 Conclusioni e Sviluppi Futuri

I milestones intermedi di progetto, presentati in [Bianchi *et al.*, 2021] mostrano risultati soddisfacenti dal punto di vista della scalabilità del sistema. Il prototipo presentato include diverse componenti fortemente connesse e in grado di comunicare tra loro: (1) diversi siti reali; (2) un simulatore per generare profili di singoli impianti che possono essere aggregati in configurazioni miste per ottenere scenari complessi simulati; (3) una componente di ottimizzazione con diversi livelli di ottimizzazione (locale e aggregata); (4) un simulatore di mercato. Come mostrato nei casi di studio analizzati negli esperimenti, il lavoro si è concentrato sulla modellazione di algoritmi di aggregazione per la gestione centrale di migliaia di carichi e microgrid per fornire flessibilità al sistema.

Attraverso l'utilizzo di sistemi ICT, il progetto intende fornire ai fornitori di energia la capacità di gestire la crescente presenza di fonti rinnovabili, aggregando la flessibilità dei DER e supportando la generazione convenzionale nella gestione del sistema elettrico. Lo sviluppo del prototipo di questo progetto può dare vita a interessanti sinergie per creare prodotti di gestione e ottimizzazione e servizi a valore aggiunto. Attualmente il sistema è testato su dati simulati e su uno scenario di mercato unico, ma è pensato per essere testato su siti industriali reali e scenari di mercato potenzialmente diversi, che aumenteranno l'impatto del progetto. Ulteriori sviluppi includeranno la simulazione di scenari più complessi e simulazione di richieste di bilanciamento da parte del TSO. Inoltre, poiché il modulo di ottimizzazione centrale può essere considerato agnostico rispetto ai DER locali che compongono il sistema VPP, sarà possibile aggiungere e di conseguenza analizzare i risultati su diverse reti di distribuzione. Infine, l'aspetto finanziario della gestione di un VPP potrebbe essere esplorato, ad esempio, studiando le strategie di offerta ottimali sui mercati di bilanciamento.

### Riferimenti bibliografici

- [Babatunde *et al.*, 2020] OM Babatunde, JL Munda, e Y Hamam. Power system flexibility: A review. *Energy Reports*, 6:101–106, 2020.
- [Bianchi *et al.*, 2021] Stefano Bianchi, Allegra De Filippo, Sandro Magnani, Gabriele Mosaico, e Federico Silvestro. Virtus project: A scalable aggregation platform for the intelligent virtual management of distributed energy resources. *Energies*, 14(12):3663, 2021.
- [Burger *et al.*, 2017] Scott Burger, Jose Pablo Chaves-Ávila, Carlos Batlle, e Ignacio J. Pérez-Arriaga. A review of the value of aggregators in electricity systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77:395–405, 2017.

<sup>3</sup>[https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/it\\_final\\_necp\\_main\\_en.pdf](https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/it_final_necp_main_en.pdf)