

PIACER

Piattaforma
Progettazione
Gestione

Comunità
Energetiche
Rinnovabili

RETE ALTA TECNOLOGIA
EMILIA-ROMAGNA
HIGH TECHNOLOGY NETWORK



Il progetto PIACER: monitoraggio e machine learning al servizio delle CER

PR FESR 2021-2027 AZIONE 1.1.2 BANDO PER PROGETTI DI RICERCA
INDUSTRIALE STRATEGICA RIVOLTI AGLI AMBITI PRIORITARI DELLA
STRATEGIA DI SPECIALIZZAZIONE INTELLIGENTE

05/03/2026



M. Zatti, G. Martoriello



La Direttiva Europea sulle Energie Rinnovabili (RED II) e le direttive e regolamenti dell'Unione Europea sui mercati elettrici delineano una visione ambiziosa delle CER che va ben oltre le configurazioni attuali prevalentemente elettriche.

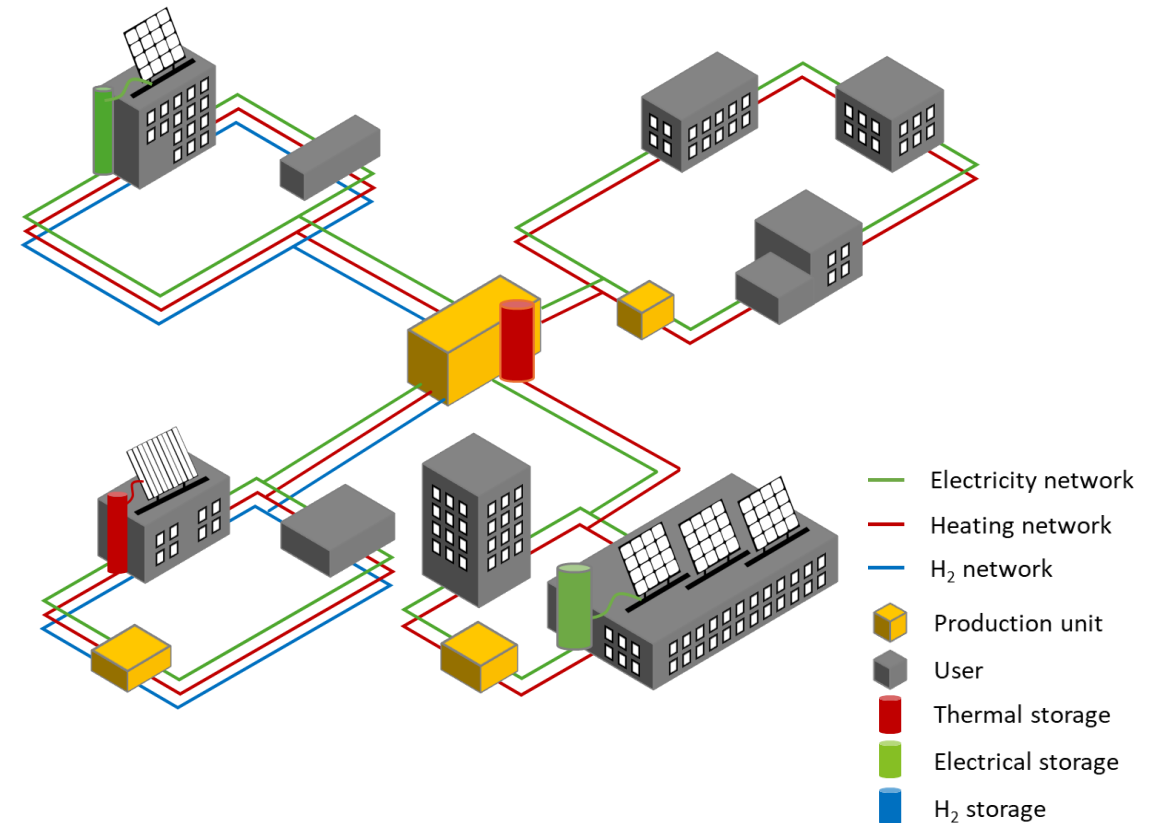
Due pilastri concettuali definiscono questa visione prospettica:

→ CER MULTI-ENERGIA

L'adozione di un approccio multi-vettore nelle CER estende significativamente i benefici oltre la sola produzione elettrica, integrando calore, gas e mobilità per creare un sistema energetico locale più efficiente, resiliente e sostenibile.

→ CENTRALITÀ DELL'UTENTE

La centralità dell'utente nel mercato elettrico trasforma il consumatore finale da soggetto passivo (semplice acquirente) ad attore attivo (prosumer) all'interno del sistema energetico, i quali possono adattare i propri consumi in risposta a segnali di prezzo o incentivi, aiutando a bilanciare la rete durante i picchi di carico.



Questo passaggio rappresenta una delle trasformazioni più profonde del sistema elettrico moderno ed introduce nuovi benefici per ciascun membro:

Sinergie cross vettore

Resilienza locale

Flessibilità sistemica

Decarbonizzazione settoriale

Riduzione del curtailment

Integrazione dei Prosumer

Sfide ed opportunità per il progetto PIAC(ER)²:

L'accoppiamento settoriale e la centralità dell'utente introducono sottosistemi multipli che interagiscono, **richiedono pianificazione e operazione accurata**, e sollevano **nuove sfide di coordinamento**.

Per mettere l'utente al centro, i dati di consumo dovrebbero essere accessibili. Tuttavia, questo **introduce dubbi sulla privacy e la sicurezza** per la raccolta massiva di dati.

La futura **partecipazione ai mercati di flessibilità** e la fornitura di servizi di sistema necessitano di **meccanismi avanzati di previsione, ottimizzazione, monitoraggio e coordinamento**, preservando l'autonomia dei membri della comunità.

Infine, le piattaforme dedicate alle CER forniscono, tipicamente, un numero di funzionalità limitato: ad es., sono dedicate solamente ad una specifica fase di vita della CER, oppure ad uno specifico settore energetico; e poche presentano un'interfaccia con i diversi domini e servizi con cui queste possono/potranno interagire.



OBIETTIVO: Creare una toolbox (PIACER) dotata di tool in grado di sfruttare i dati resi disponibili da diverse sorgenti e apparati e realizzare i benefici energetici, economici, ambientali e sociali di una CER, aiutando l'utente in tutte le fasi di vita di una CER e della successiva evoluzione in CER multi-energia.



Coerente con il Programma Regionale FESR 2021-2027: «sostenere la trasformazione innovativa, intelligente e sostenibile del sistema regionale, assumendo le sfide della transizione giusta, verde e digitale»



PARTNER DI RICERCA



LEAP – Laboratorio Energia e Ambiente (coordinatore)

Ruolo: coordinamento progetto, diffusione, sviluppo strumento di gestione delle CER con ottimizzazione distribuita, sviluppo strumento di previsione della produzione di energia da fonti rinnovabili e consumi, creazione Business Model per CER industriali



CIDEA – Centro Interdipartimentale per l'Energia e l'Ambiente

Ruolo: modelli per la simulazione dei sistemi di conversione dell'energia e delle utenze, algoritmi per il dimensionamento ottimizzato dei sistemi energetici, applicazione strumenti ai casi studio



CIRI FRAME – Fonti rinnovabili, ambiente, mare, energia

Ruolo: modello di calcolo per la valutazione della convenienza tecnica, economica e ambientale relativa all'integrazione con flussi di energia termica, frigorifera e di combustibile (sector coupling)



IN4 - Hub per l'Innovazione nell'Ingegneria e l'Integrazione nell'Industria.

Ruolo: strumento per monitoraggio e diagnosi dei sistemi di conversione e accumulo dell'energia.



ENEA CROSS TEC

Ruolo: specifiche di scambio dati per interoperabilità dei tool e interfacce per la loro adozione, estensione specifiche "Smart City Platform Specification – Urban Dataset")

PARTNER INDUSTRIALI



SMART DOMOTICS

Promuove soluzioni software e hardware per la gestione dei sistemi energetici. Ruolo: realizzazione mockup della piattaforma, assistere alla definizione delle caratteristiche della piattaforma, coadiuvare alla definizione del Business Model.



GETEC

ESCo specializzata nella fornitura di soluzioni all'avanguardia nel settore dell'efficienza energetica. Ruolo: Collaborare alla definizione dei casi studio, assistere alla definizione delle caratteristiche della piattaforma, coadiuvare alla definizione del Business Model.



SIRAM

ESCo specializzata nella gestione efficiente di energia, acqua e rifiuti speciali. Ruolo: Collaborare alla definizione dei casi studio, assistere alla definizione delle caratteristiche della piattaforma, coadiuvare alla definizione del Business Model.

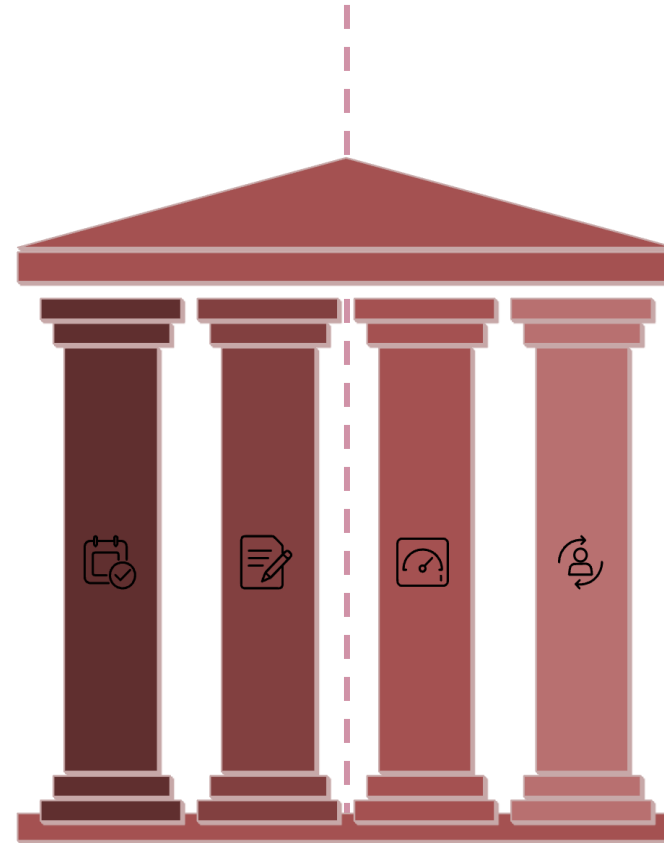
Decisioni strategiche a lungo termine

Progettazione Ottimizzata

Algoritmi multi-obiettivo per dimensionare gli asset energetici di una CER considerando numero di membri, profili di consumo e risorse disponibili.

Sector coupling

Modella e gestisce molteplici vettori energetici (elettricità, calore, raffreddamento) e le loro interconnessioni. Simula e ottimizza scenari futuri, identificando sinergie cross-vettore.



Azioni e reazioni operative

Diagnosi degli asset

Monitora la salute degli asset distribuiti e identifica se e dove è avvenuto un guasto.

Gestione Intelligente

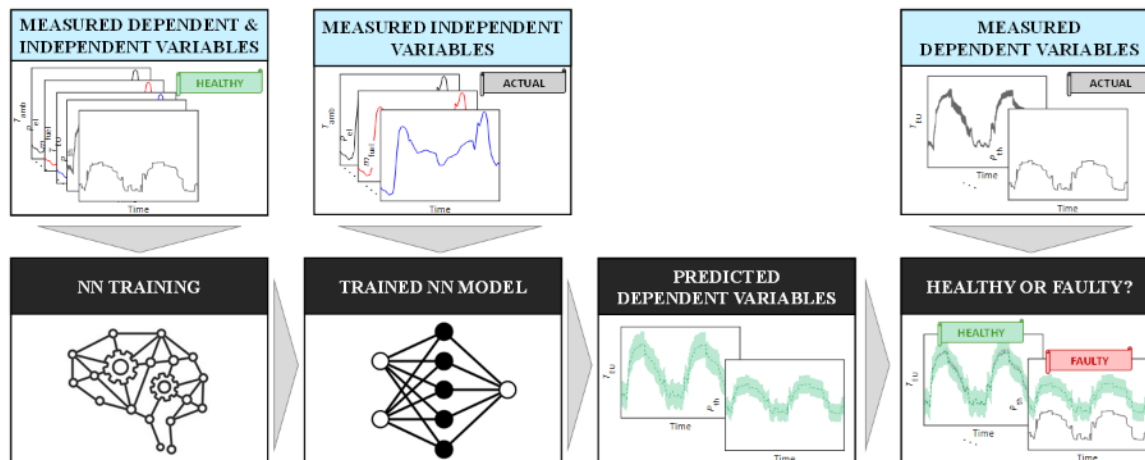
Integra deep learning per previsioni accurate di carico e ottimizzazione della gestione giornaliera massimizzando performance economiche e preservando privacy e autonomia dei membri.

Interoperabilità

Framework che assicura l'integrazione coesiva di tutti gli strumenti. Definisce standard comuni, protocolli di comunicazione e interfacce standardizzate.

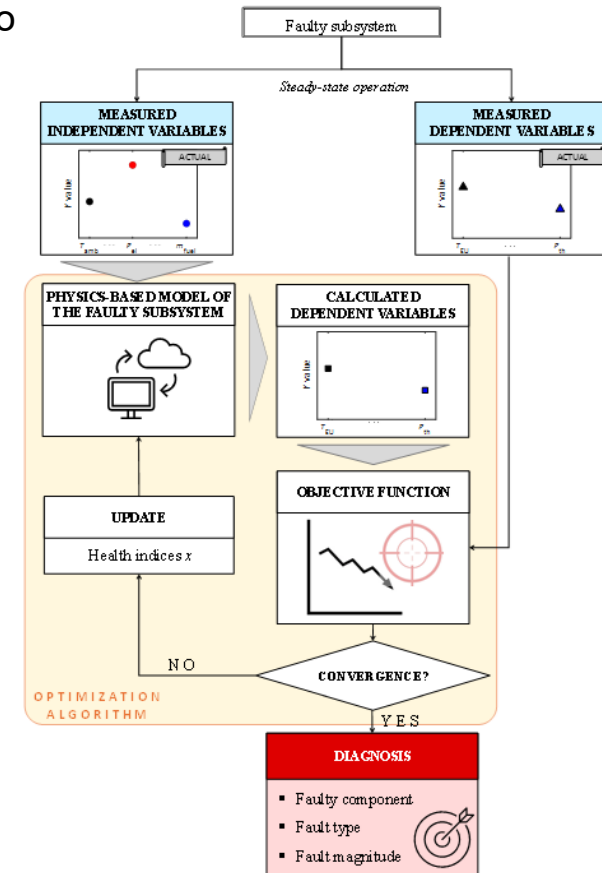
Diagnosi degli asset

Data-driven approach (rete neurale NARX) per identificare quale sottosistema in guasto



Tale sinergia garantisce un monitoraggio efficace e una rapida risoluzione dei problemi, ottimizzando la performance e la stabilità delle CER nel contesto multi-energia, intrinsecamente più complesse rispetto ad un sistema isolato (e.g, cogeneratore).

Physic-based approach per identificare l'entità del guasto



Gestione intelligente

Per ottimizzare la gestione giornaliera, in ottica di fornire servizi alla rete e fare decisioni informate rispetto all'acquisto, vendita o stoccaggio di energia elettrica, è fondamentale un'accurata previsione dei carichi e della produzione fotovoltaica di ogni membro

Approccio tradizionale

L'approccio tradizionale di previsione dei carichi (necessario per il tool di gestione) prevede che **tutti i dati grezzi vengano inviati a un server centrale per l'elaborazione e l'addestramento dei modelli.**



Rischi per la Privacy e la Sicurezza per la raccolta massiva di dati sensibili (consumi, profili utente) su un unico punto

Spreco di Banda: grandi volumi di dati grezzi trasferiti

Compliance con GDPR: La gestione centralizzata rende più complessa la compliance con regolamenti sulla protezione dei dati come il GDPR, che impone severe restrizioni sul trattamento e la conservazione delle informazioni personali.

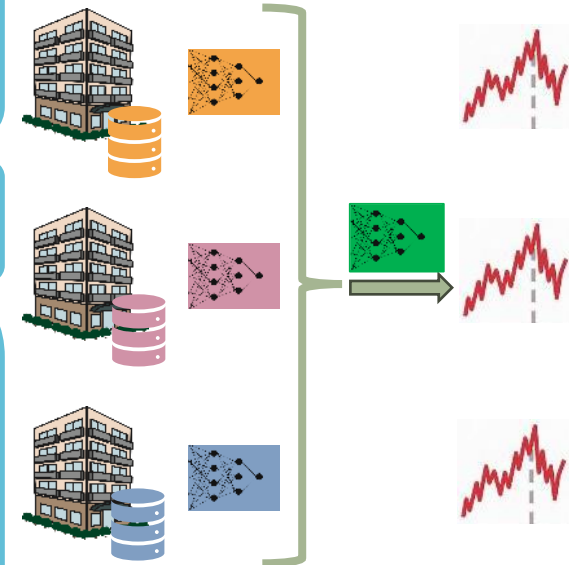
Approccio PIACER

Il Federated Learning offre un'alternativa innovativa, permettendo agli algoritmi di addestrarsi direttamente sui modelli locali, senza che i dati grezzi lascino mai la loro origine.

Privacy Preservata: I dati rimangono dove sono generati, garantendo che le informazioni sensibili restino sensibili

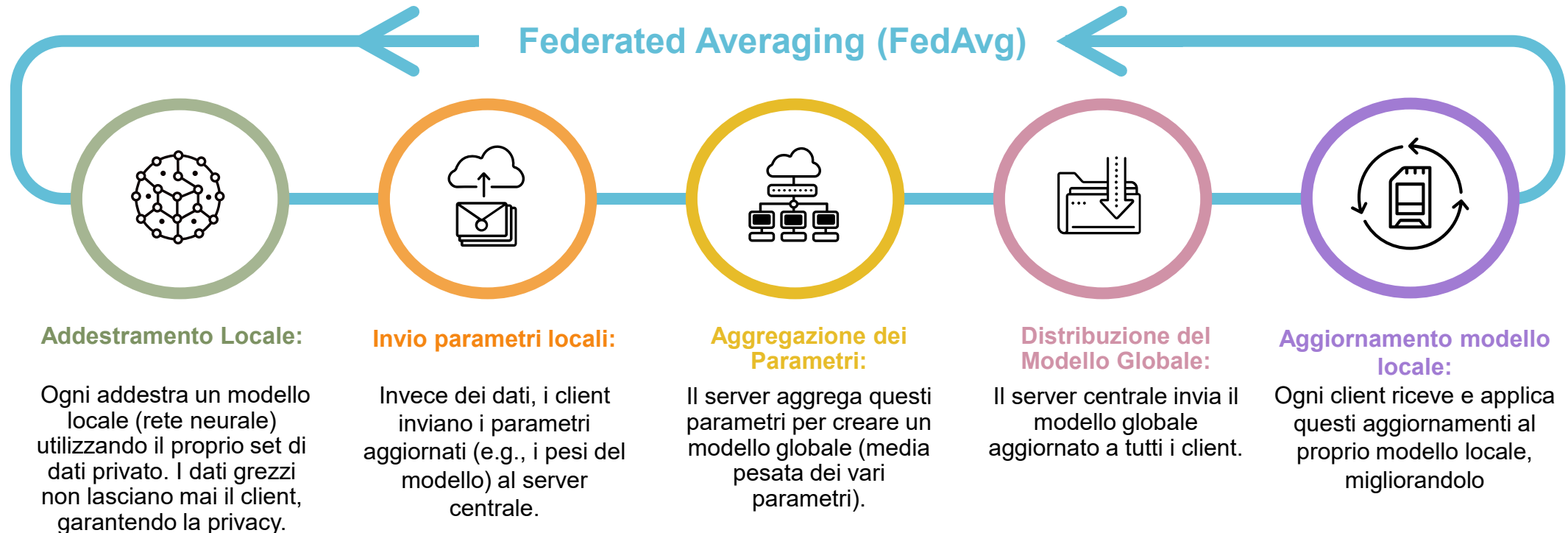
Condivisione Limitata: Solo i parametri del modello (pesi o gradienti) vengono condivisi.

Conformità Normativa: Il modello decentralizzato è intrinsecamente più allineato con le normative sulla protezione dei dati, facilitando il rispetto delle leggi sulla privacy.



Il Federated Learning in pratica

L'architettura di Federated Learning si basa su un processo iterativo e collaborativo che coinvolge un server centrale e un certo numero di client (ogni utente o asset condiviso). Ogni utente addestra il suo modello di dati usando le stesse tipologie di dati (horizontal federated). Il processo iterativo termina quando l'errore sulla previsione non diminuisce più.



PRO: soprattutto per le CER molto numerose, non è necessario che ad ogni round partecipino tutti gli utenti → ad ogni round di addestramento è possibile chiamare utenti diversi a partecipare, riducendo ulteriormente il carico computazionale di ciascuno .

Caso studio: Campus politecnico di Milano

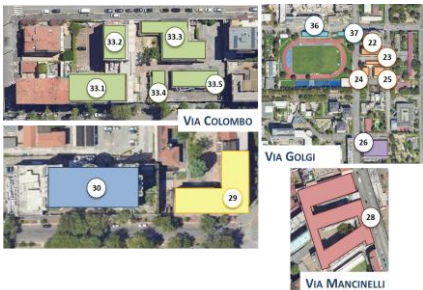
Leonardo - PoliGrid



Bovisa - Candiani



Leonardo - Città Studi



Bovisa - La Masa

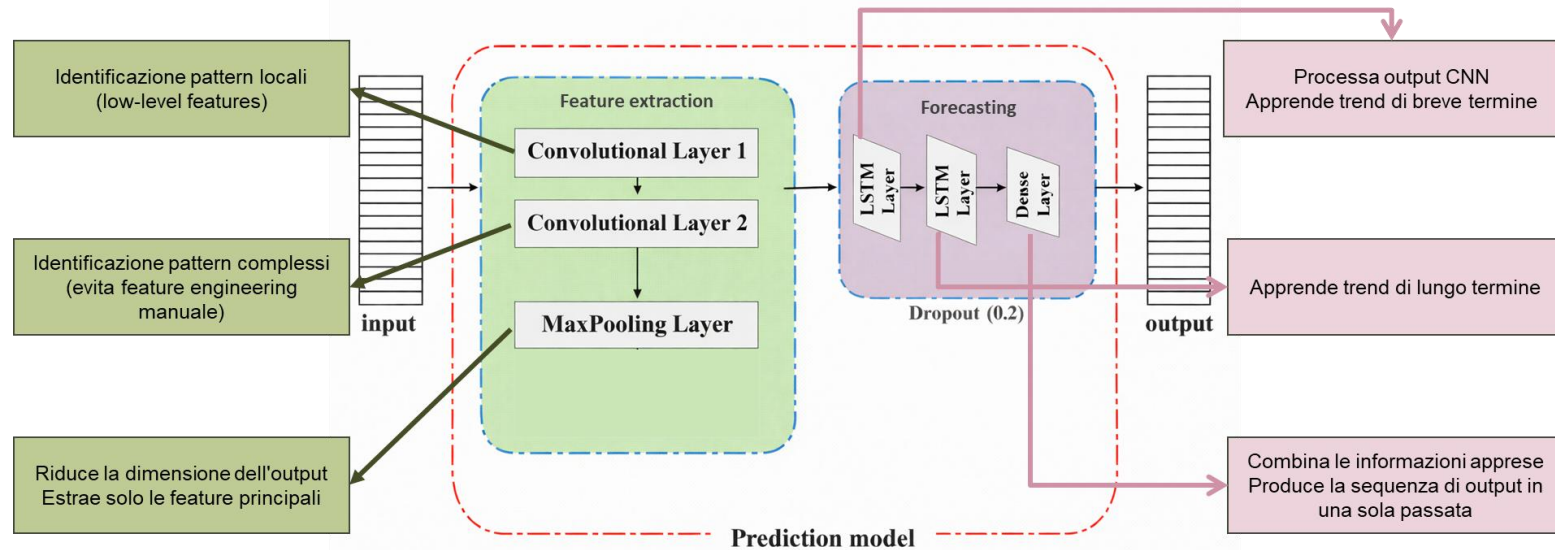


Problematica individuata:

Il metodo LSTM inizialmente individuato (metodo generalmente utilizzato e utilizzabile per la federazione) ha dato risultati non promettenti per il caso studio considerato.

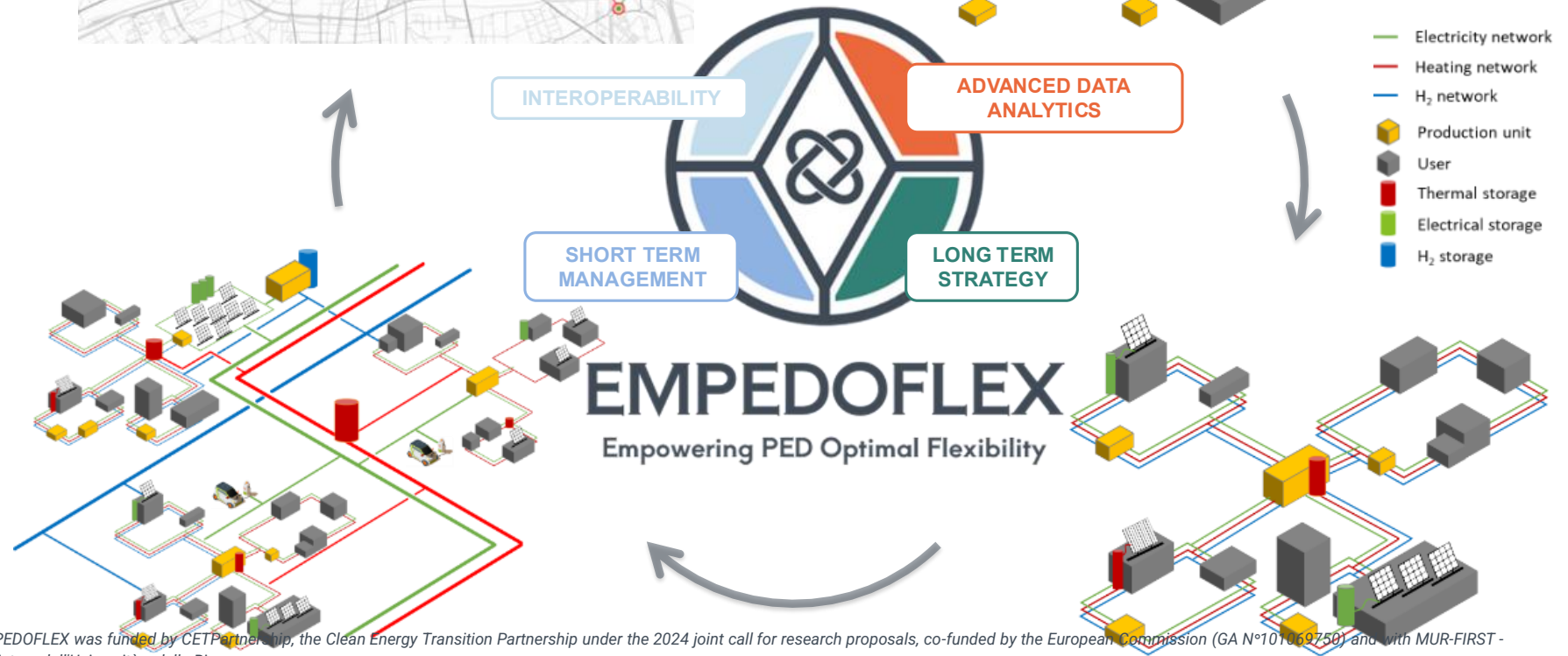
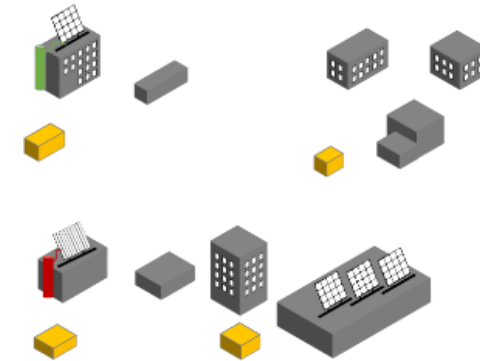
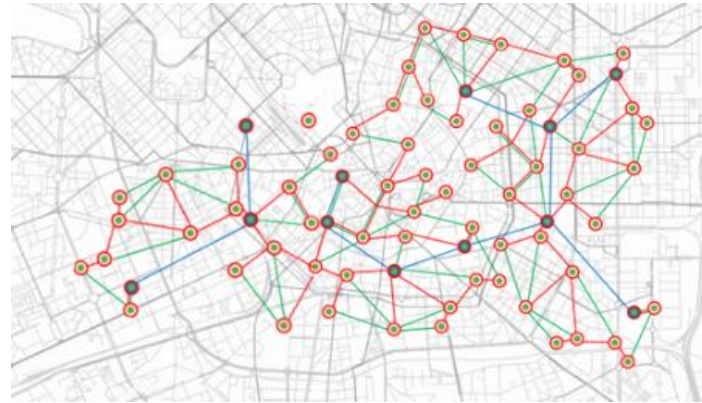
Altri metodi generalmente applicabili per l'approccio tradizionale (gestione centralizzata) non risultavano federabili

Approccio Ibrido CNN + LSTM

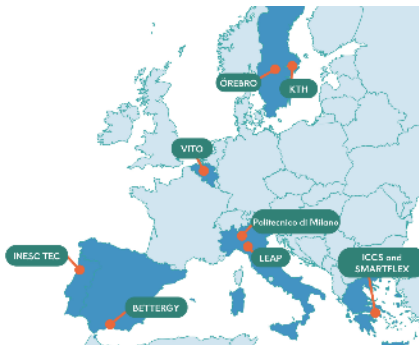


PED

I Positive Energy District sono aree urbane o gruppi di edifici interconnessi che producono annualmente più energia rinnovabile di quanta ne consumino e che mantengono emissioni nette di gas serra pari a zero. Integrando efficienza energetica, fonti rinnovabili locali, stoccaggio e gestione intelligente (smart grid), hanno molto in comune con le comunità energetiche rinnovabili.



EMPEDOFLEX was funded by CETP Partnership, the Clean Energy Transition Partnership under the 2024 joint call for research proposals, co-funded by the European Commission (GA N°101069750) and with MUR-FIRST - Ministero dell'Università e della Ricerca



Piattaforma per l'Abilitazione delle Comunità Energetiche Rinnovabili in Emilia-Romagna

PR FESR 2021-2027 AZIONE 1.1.2 BANDO PER PROGETTI DI RICERCA INDUSTRIALE
STRATEGICA RIVOLTI AGLI AMBITI PRIORITARI DELLA STRATEGIA DI
SPECIALIZZAZIONE INTELLIGENTE

