RdS
RICERCA DI SISTEMA

ENEA
AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Ricerca di Sistema elettrico

Sviluppo evolutivo dell'applicazione CRUISE per comunità energetiche (LA1.12)

Maria Serena Ferramosca, Aris Mamo

SEI consulting

RdS_PTR 22-24_PR1.7_LA1.12_328

Sviluppo evolutivo dell'applicazione CRUISE per comunità energetiche

LA 1.12 - Valutazione e gestione CER: Sviluppo dei nuovi servizi, testing e qualificazione della piattaforma per le Local Energy

Autori: M. S. Ferramosca (Sei Consulting Spa), A. Mamo (Sei Consulting Spa)

Dicembre 2024

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - ENEA Piano Triennale di Realizzazione 2022-2024

Obiettivo: Decarbonizzazione

Progetto: Tema di ricerca 1.7 – Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali

Linea di attività: LA 1.12

Responsabile del Progetto: Claudia Meloni, ENEA

Responsabile del Work Package: Angelo Frascella, ENEA

Responsabile Linea di Attività: Samuele Branchetti, ENEA

Mese inizio previsto: 18

Mese inizio effettivo: 18

Mese fine previsto: 36

Mese fine effettivo: 36

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno contratto dal titolo: "Sviluppo evolutivo dell'applicazione CRUISE per comunità energetiche"

1 Risultati attesi 4
2 Risultati ottenuti 5
3 Prodotti attesi 6
4 Prodotti sviluppati 7
5 Analisi degli scostamenti su attività e risultati 8
6 Sintesi delle attività svolte 9
7 Dettaglio delle attività svolte 10
7.1 Interventi effettuati 10
7.1.1 Interventi sul DB 10
7.1.2 Output dei dati 12
7.1.3 Esportazione dei dati 19
7.1.4 Fonte dati dei grafici 21
7.1.5 Altre funzionalità 23
7.1.6 Set up di casi studio per la validazione dello strumento a partire da dati reali 23
7.1.7 Servizio di Assistenza e Manutenzione (AM) 24
7.1.8 Altro 24
8 Contributo delle eventuali consulenze alle attività sopra descritte 25
9 Pubblicazioni scientifiche 26
10 Eventi di disseminazione 27

Indice delle figure

Figura 1 – Architettura software piattaforma Cruise 4
Figura 2 - Widget per la georeferenziazione dei dati 12
Figura 3 - Esempi di KPI: Energia Emessa dall'intera CER 14
Figura 4 - Energia consumata dall'Intera CER 14
Figura 5 - Esempi di KPI: Energia condivisa dall'intera CER 15
Figura 6 – Esempio KPI: Rapporto fra energia immessa e prelevata all'interno della CER 15
Figura 7 - Esempio KPI: Energia prelevata dalla rete dal singolo utente 16
Figura 8 - Esempio KPI: energia immessa nella rete dal singolo utente 16
Figura 9 - Esempio di combinazione di grafici 18
Figura 10 - Altro esempio di combinazione dei grafici 19
Figura 11 - Combinazione dei grafici esempio 3 19
Figura 12 - Output pronto per essere stampato 20
Figura 13 - Stampa dell'output 20
Figura 14 - Visualizzazione delle occorrenze dei risultati ei ECListener 22

Figura 15 - Visualizzazione grafica dell'interrogazione della seconda API 22

1 Risultati attesi

Lo scopo dell'intervento riguarda l'evoluzione dell'applicazione web per il monitoraggio delle comunità energetiche, denominata CRUISE, e delle relative interfacce software.

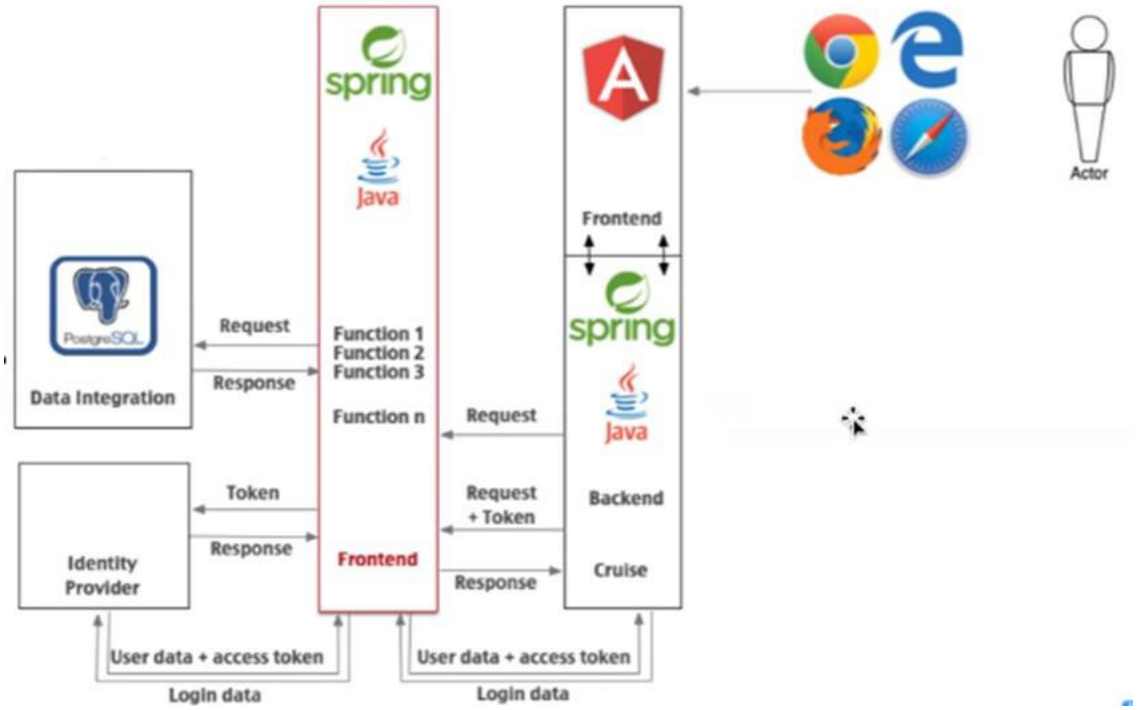

Figura 1 – Architettura software piattaforma Cruise

Intervento richiesti:

- **Valutare cambio di Database (DBMS)**
- **Evoluzione, reingegnerizzazione, ottimizzazione ed efficientamento del Database**
- **Inserimento dei dati di georeferenziazione nel DB**
- **Sviluppo livello di visualizzazione tramite WebGIS**
- **Potenziamento dei KPI**
- **Potenziamento set di grafici**
- **Produzione output stampabile**
- **Interrogazioni di API**
- **Verifica dell'integrazione con la nuova IDP**
- **Rilascio in formato OpenSource**
- **Configurazione e test in 2 casi studio**
- **Servizio di assistenza a manutenzione**

2 Risultati ottenuti

Le attività messe in atto hanno avuto come obiettivo principale il superamento dei limiti della prima versione della piattaforma web CRUISE, al fine di rendere la stessa più completa nelle funzionalità offerte e più efficacemente utilizzabile, con riferimento alle sperimentazioni in programma con le Comunità Energetiche.

I miglioramenti previsti hanno mirato inoltre a rendere l'applicazione un valido strumento di monitoraggio delle varie Comunità Energetiche mediante l'ausilio di funzionalità specifiche quali georeferenziazione delle comunità e dashboard di sintesi, per consentire ai cittadini di verificare le loro performance e quelle della comunità energetica di appartenenza tramite opportuni e convalidati KPI di sintesi.

L'applicazione, e le relative interfacce utenti, sono accessibili in lingua italiana ed inglese, in base alla preferenza dell'utente, e le implementazioni sono state effettuate in modo da consentire facilmente sia il cambio di lingua nonché l'aggiunta di ulteriori lingue.

Al fine di raggiungere gli obiettivi stabiliti, sono state individuate due tipologie di intervento:

- **Reingegnerizzazione del sistema mediante ottimizzazione dei risultati e delle tempistiche di risposta, rifacimento e semplificazione delle interrogazioni alla base dati, efficientamento delle procedure, riorganizzazione delle informazioni per la visualizzazione grafica delle stesse.**
- **Definizione di casi di studio e servizi di assistenza e manutenzione.**

Più in dettaglio le attività svolte per ottenere i risultati previsti sono le seguenti:

- **Sono state volte attività di ricerca, analisi e sviluppo di soluzioni alternative al DBMS utilizzato e una reingegnerizzazione delle query utilizzate per il recupero dei dati e del codice sorgente che le usa, per aumentare l'efficienza delle performance.**
- **Sono stati inseriti nel database i dati per la georeferenziazione.**
- **È stato sviluppato il livello di visualizzazione tramite WebGIS.**
- **Sono stati implementati dei nuovi indicatori (KPI).**
- **È stato aumentato il numero delle tipologie di diagrammi disponibili e combinabili.**
- **È stata resa possibile la stampa dei report.**
- **È stata implementato il recupero dei dati di input da fonti esterne.**
- **Sono state effettuate le dovute verifiche e adeguamenti conseguenti l'aggiornamento dell'IDP Enea.**
- **Sono stati predisposti i casi d'uso definiti.**
- **Gli sviluppi sono stati effettuati nel rispetto alle linee guida AGID e secondo i criteri richiesti a garanzia di elevati livelli di cybersecurity.**
- **Il codice sorgente e gli script di aggiornamento sono stati rilasciati in formato OpenSource.**
- **È stato predisposto un servizio di assistenza e manutenzione.**

3 Prodotti attesi

Uno degli obiettivi da traguardare nello svolgimento delle attività richieste consiste in un importante intervento di ottimizzazione delle performance di Cruise.

È stato inoltre richiesto di far evolvere lo strumento in modo da

- **rendere possibile il monitoraggio di diverse comunità energetiche con funzionalità di georeferenziazione e di dashboard di sintesi per consentire ai cittadini di verificare le loro performance e le performance delle loro comunità, tramite opportuni KPI di sintesi.**
- **rendere accessibile l'applicazione sia in italiana che in lingua inglese, con possibilità di cambio da una lingua all'altra;**
- **visualizzare sulla mappa dei dati georeferenziati di una o più delle Comunità Energetiche presenti nel Database;**
- **predisporre procedure di calcolo per una serie di KPI (Key Performance Indicators) individuati dai Referenti;**
- **potenziare l'uso della libreria utilizzata per la generazione dei grafici, incrementando il numero delle tipologie di diagrammi e fornendo la possibilità di combinare tipologie di grafici diverse;**
- **consentire l'esportazione dei dati presenti nel sistema;**
- **alimentare i report messi a disposizione da Cruise anche da invocazione di servizi esterni;**
- **rendere funzionante il nuovo sistema di autenticazione implementato nell'IDP ENEA integrato in Cruise;**
- **predisporre casi di studio basati su informazioni reali e storicizzate relative a configurazioni di Comunità Energetica di cui ENEA possiede i dati.**

4 Prodotti sviluppati

L'obiettivo principale cui è stato richiesto di porre particolare attenzione nell'esecuzione delle attività svolte è stato fin dal principio il superamento dei limiti, in termini di inefficienza, emersi dall'uso del primo prototipo dell'applicazione CRUISE. Il raggiungimento di questo obiettivo ha richiesto, in prima battuta, un grande sforzo nella ricerca, analisi e sviluppo di soluzioni alternative all'uso classico database SQL, nel rispetto delle esigenze di raccolta e consultazione dei dati, ed una importante attività di refactoring delle query utilizzate per il recupero dei dati e del codice sorgente che le usa, avendo cura di preservare il corretto funzionamento dell'applicazione.

Come da specifiche, è stato messo in atto il potenziamento di alcune funzionalità messe a disposizione degli utenti e sono state applicate evolutive dello strumento in modo da rendere possibile anche il monitoraggio di diverse comunità energetiche mediante georeferenziazione e dashboard di sintesi per consentire ai cittadini di verificare le loro performance e le performance delle loro comunità, tramite indicatori definiti.

L'applicazione è stata resa accessibile sia in lingua italiana che in lingua inglese, con possibilità di cambio da una lingua all'altra ed è stata altresì predisposta alla agevole eventuale successiva integrazione di altre lingue.

È stato implementato un nuovo widget per la visualizzazione sulla mappa dei dati georeferenziati di una o più delle Comunità Energetiche presenti nel Database (da scegliere in fase di configurazione), associata a KPI della CE.

All'interno del sistema sono state inserite le procedure di calcolo per una serie di KPI. Gli indicatori previsti possono essere calcolati con riferimento a un arco temporale definibile dall'utente in fase di configurazione dell'applicazione, a partire da Consumo e Produzione oraria (o quartoraria) delle singole utenze incluse nella comunità energetica. I risultati ottenuti dai calcoli effettuati saranno poi utilizzati come input nei widget realizzati, per essere quindi visualizzati in forma tabellare o su grafici definiti.

È stato esteso l'uso della libraria utilizzata per la generazione dei grafici, incrementando il numero delle tipologie di diagrammi e fornendo la possibilità di combinare tipologie di grafici diverse.

È stato verificato il corretto funzionamento del login al sistema, in seguito all'aggiornamento dell'IDP ENEA integrato in Cruise e sono stati predisposti dei casi di studio basati su informazioni storiche utilizzate come fossero attuali.

5 Analisi degli scostamenti su attività e risultati

La rilevante inefficienza evidenziata dall'uso della prima versione della piattaforma Cruise ha richiesto un grande sforzo nella ricerca, analisi e sviluppo di soluzioni alternative all'uso classico database SQL; al fine di valutare la bontà delle alternative prese in considerazione, è stato necessario costituire ed integrare il sistema alternativo avviando delle simulazioni di lavorazione per la valutazione dei tempi di risposta. La decisione di non cambiare la modalità di gestione dei dati ha dirottato lo sforzo per l'ottenimento di una maggiore efficienza verso la riscrittura delle interrogazioni al database e il conseguente adeguamento del codice sorgente che le invoca. I referenti del progetto presso Enea hanno inoltre richiesto di dare particolare attenzione allo sviluppo degli indicatori KPI, chiedendo di fatto un effort maggiore rispetto a quanto preventivato in fase di stima dell'attività.

Enea ha ritenuto le attività su descritte di maggiore rilievo, relativamente all'utilizzo reale della piattaforma, a scapito della attività di sviluppo di un trasformatore dei dati in formato UrbanDataset e della funzionalità di esportazione dei grafici su siti terzi, richieste in fase di costituzione del contratto; questo spostamento della priorità sulle attività da svolgersi ha consentito un congruo bilanciamento dei costi.

6 Sintesi delle attività svolte

Interventi sul DB

- **Valutazione cambio di DBMS: attività di ricerca, sviluppo e test di soluzioni alternative.**
- **Evoluzione, reingegnerizzazione, ottimizzazione ed efficientamento del DB e delle query, upgrade da PostgreSQL14 a PostGIS16.**
- **Inserimento dei dati di georeferenziazione nel DB.**

Output dei dati

- **Sviluppo widget per la visualizzazione sulla mappa dei dati georeferenziati.**
- **Potenziamento dei KPI**
- **Potenziamento set di grafici: incremento delle tipologie di diagrammi e combinazioni grafici diversi.**

Esportazione dei dati

- **Produzione output stampabile.**

Fonte dati dei grafici

- **Elaborazione dati provenienti da invocazione di servizi Api Rest esterni.**

Verifica e adeguamenti per integrazione con la nuova IDP.

Set up di casi studio basati su informazioni reali e storicizzate.

Sviluppi nel rispetto delle linee guida AGID.

Codice sorgente rilasciato in modalità Open Source.

Predisposizione servizio di Assistenza e Manutenzione.

7 Dettaglio delle attività svolte

Il presente paragrafo ha lo scopo di descrivere le attività svolte nel dettaglio, le analisi e gli approfondimenti applicati, le ottimizzazioni apportate al sistema e i risultati ottenuti con ogni intervento.

7.1 Interventi effettuati

7.1.1 Interventi sul DB

- **Ricerca e analisi alternative al Database in uso**

Nell'ottica di un incremento dell'efficienza di Cruise e di un miglioramento delle performance in termini di tempi di risposta ed uso delle risorse, è stata eseguita una attenta attività di ricerca di soluzioni alternative al sistema di gestione attualmente in uso per la messa in atto della persistenza dei dati, anche in vista di un potenziale aumento della quantità dei dati da trattare.

Dall'analisi compiuta, sono risultate compatibili con il sistema in essere due alternative:

- **Elastic Search: si tratta di un motore di ricerca basato su Apache Lucene il quale permette la ricerca Full Text, che ben si adatterebbe al sistema Cruise. Tutte le funzionalità sono esposte tramite interfaccia RESTful, mentre le informazioni sono gestite in formato JSON. Per la valutazione della soluzione, sono stati eseguiti diversi test importando alcune tabelle di Cruise, previa installazione dello strumento. Successivamente sono state trasformate diverse query SQL in query ES con lo scopo di rendere più veloce l'esecuzione delle stesse. A fronte di un effettivo miglioramento delle prestazioni in termini di efficienza, il richiesto lavoro di adeguamento del codice sorgente con la modifica dei servizi di scrittura delle informazioni, della struttura dati e delle stesse query al momento utilizzate, ha portato alla scelta di abbandono della soluzione come soluzione alternativa.**

- **Citus: si tratta di una estensione opensource di PostgreSQL che permette la memorizzazione dei dati in colonne. La particolarità dei database colonnari consiste nell'essere NoSQL e di trattare quindi dati non strutturati, essendo in grado di recuperare i dati in lettura più velocemente rispetto ad un tradizionale database strutturato badato su righe, sacrificando però le performance delle transazioni in scrittura. A fronte di un effettivo miglioramento delle prestazioni in termini di efficienza nell'interrogazione dei dati, il lavoro necessario per l'adeguamento del codice sorgente con la modifica dei servizi di scrittura delle informazioni, della struttura dati e delle stesse query al momento utilizzate rimuovendo da queste tutte le operazioni di JOIN, ha portato alla scelta di abbandono anche dall'adozione di Citus come soluzione alternativa.**

I risultati dell'attività svolta sono stati condivisi con i Referenti del progetto Cruise in Enea e, avendo valutato congiuntamente la fattibilità del cambio del DBMS circa il passaggio degli schemi dei database esistenti e dei dati in essi contenuti, al fine di scongiurare perdite di informazioni importati e preservare la compatibilità col codice CRUISE esistente, e avendo altresì considerato l'impatto degli interventi di adeguamento del sistema necessari per la messa in atto dell'alternativa, si è deciso di comune accordo di non adottare un sistema DBMS

alternativo ma di mantenere e potenziare l'attuale DBMS migrando però ad una versione aggiornata di PostgreSQL.

- **Evoluzione, reingegnerizzazione, ottimizzazione ed efficientamento del Database**

Dopo aver eseguito l'upgrade della versione del PostgreSQL dalla versione 14 alla versione PostGIS 16, sul nuovo ambiente è stata svolta una approfondita analisi delle interrogazioni attualmente applicate per il recupero delle informazioni necessarie al tracciamento dei grafici, al fine di individuare e limitare i problemi alla base della pesante inefficienza di Cruise.

In particolare, le modifiche applicate hanno riguardato quanto segue.

- **Riscrittura delle query mediante trasformazione, ove necessario, di subquery in join, full join in left join etc. e test delle modifiche apportate su un set di dati fornito.**
- **Introduzione di viste materializzate e funzioni a livello database al fine di ottenere un miglioramento nel tempo di esecuzione della query.**
- **Inserimento dei dati di georeferenziazione nel DB**

Per soddisfare la richiesta di inserimento dei dati di georeferenziazione nel sistema, sono stati apportati i dovuti adeguamenti del database per poter inserire le informazioni necessarie così come richiesto. Avendo deciso, in accordo con i Referenti Enea, di conservare l'utilizzo di PostgreSQL, abbiamo valutato e adottato la sua estensione con PostGIS; questo ha richiesto delle modifiche del codice sorgente di CRUISE per gestire i dati di geolocalizzazione.

In particolare, le attività eseguite nel dettaglio sono state le seguenti:

- **Aggiornamento della versione del framework Java Spring Boot dalla versione 2.x alla versione 3.x**
- **Refactoring del progetto: è stata necessaria la modifica della logica di connessione al database server contenente dati già raccolti in precedenza. Nella versione precedente venivano creati due oggetti (EntityManager) con la stessa utenza per eseguire le operazioni CRUD (Create, Read, Update e Delete, le quattro principali operazioni che si svolgono su un database relazionale) sullo stesso schema database.**

  A tal fine è stato necessario:

- **rimuovere tutte le configurazioni non necessarie;**
- **unificare la connessione verso i database in una singola classe;**
- **apportare i dovuti adeguamenti nel codice sorgente modificando tutte le classi entità in modo da utilizzare un solo unico schema;**
- **modificare la struttura dei packages nel codice sorgente, in modo da essere conformi alle best practice del framework Spring Boot in termini di packages di modelli dei dati, repository, controller e servizi.**

7.1.2 Output dei dati

- **Sviluppo livello di visualizzazione tramite WebGIS**

Sulla base della georeferenziazione, il sistema è stato dotato di funzionalità atte alla visualizzazione su mappa dei dati di una o più delle Comunità Energetiche presenti nel Database, associata a KPI della CE.

La visualizzazione sulla mappa è stata resa configurabile, consentendo la scelta di quali comunità energetiche e KPI visualizzare tra quelli disponibili nel database. La visualizzazione sulla mappa delle informazioni presenti sul DB è relativa a dati associati alle comunità energetiche, nonché ai singoli impianti di produzione e alle singole utenze di consumo con relativa collocazione geografica.

Nella tabella/entità COMMUNITIES sono state aggiunte le colonne:

- **Georeferencex**
- **Georeferencey**
- **Georeferencez**

Queste colonne saranno popolate con le coordinate GIS di ogni comunità energetica presente nella tabella per essere poi utilizzate da un nuovo widget sviluppato per la visualizzazione dei dati statistici sulla mappa.

- **Sviluppato nuovo widget mappa**

È stato implementato un nuovo componente dell'interfaccia grafica tramite il quale l'utente può interagire con il sistema. Il widget sviluppato permette la visualizzazione della mappa dell'Italia tramite il servizio di OpenStreetMap e, tramite la sezione di configurazione della pagina, l'impostazione di uno o più punti sulla mappa, i quali saranno visualizzati sulla stessa come Marker.

Per ogni punto è richiesta la configurazione di un KPI, il quale sarà valorizzato in fase di click sul marker. Nella configurazione l'utente deve indicare quale colonna visualizzare nella finestra del marker. In fase di visualizzazione del widget si farà una richiesta al servizio Geco per leggere i dati, i quali saranno visualizzati come una struttura tabellare dove le colonne sono quelle definite in fase di configurazione del Marker. In fase di configurazione è altresì richiesto di specificare se una colonna è un semplice testo oppure un valore booleano; questo tipo di configurazione è stato chiesto dai referenti ENEA per dare la possibilità di marcare il punto con colore rosso, quando il valore è inferiore ad una certa soglia predefinita, oppure con colore verde, quando il valore è superiore a tale soglia. Attualmente questo tipo di controllo è effettuato a livello di KPI: il widget è responsabile soltanto della visualizzazione di un testo o di un puntino rosso o verde, in base al tipo della colonna da visualizzare.

Figura 2 - Widget per la georeferenziazione dei dati

- **Potenziamento dei KPI**

Al fine di valutare l'andamento dei consumi elettrici e delle quantità di energia elettrica prodotta, all'interno del sistema sono state inserite le procedure di calcolo per una serie di KPI (Key Performance Indicators) individuati dai Referenti Enea. Le procedure di calcolo implementate sono state realizzate ponendo particolare attenzione alle performance, in termini di tempi di risposta e carico di lavoro del sistema, in fase di estrazione dei dati dal Data Base. Gli indicatori previsti possono essere calcolati con riferimento ad un arco temporale definibile dall'utente in fase di configurazione dell'applicazione, a partire da Consumo e Produzione oraria (o quartoraria) delle singole utenze incluse nella comunità energetica. I risultati ottenuti dai calcoli effettuati saranno poi utilizzati come input nei widget realizzati, per essere quindi visualizzati in forma tabellare o su grafici definiti.

L'elenco degli indicatori, ampliabile al bisogno, al momento calcolati dall'applicativo CRUISE è il seguente.

- **Energia elettrica immessa in rete dall'intera CER.**
- **Energia elettrica prelevata dalla rete dall'intera CER.**
- **Energia condivisa dall'intera CER.**
- **Energia immessa nella rete dal singolo utente.**
- **Energia prelevata dalla rete dal singolo utente.**
- **Rapporto tra l'energia immessa dagli impianti all'interno della CER e il prelievo dei suoi membri.**
- **Percentuale di energia condivisa, come risultato del rapporto tra la quantità di energia condivisa e la quantità di energia immessa nella rete.**
- **Percentuale di energia condivisa, come risultato del rapporto tra la quantità di energia condivisa e la quantità di energia prelevata dalla rete.**

A titolo di esempio, di seguito mostriamo i grafici prodotti per alcuni di tali indicatori.

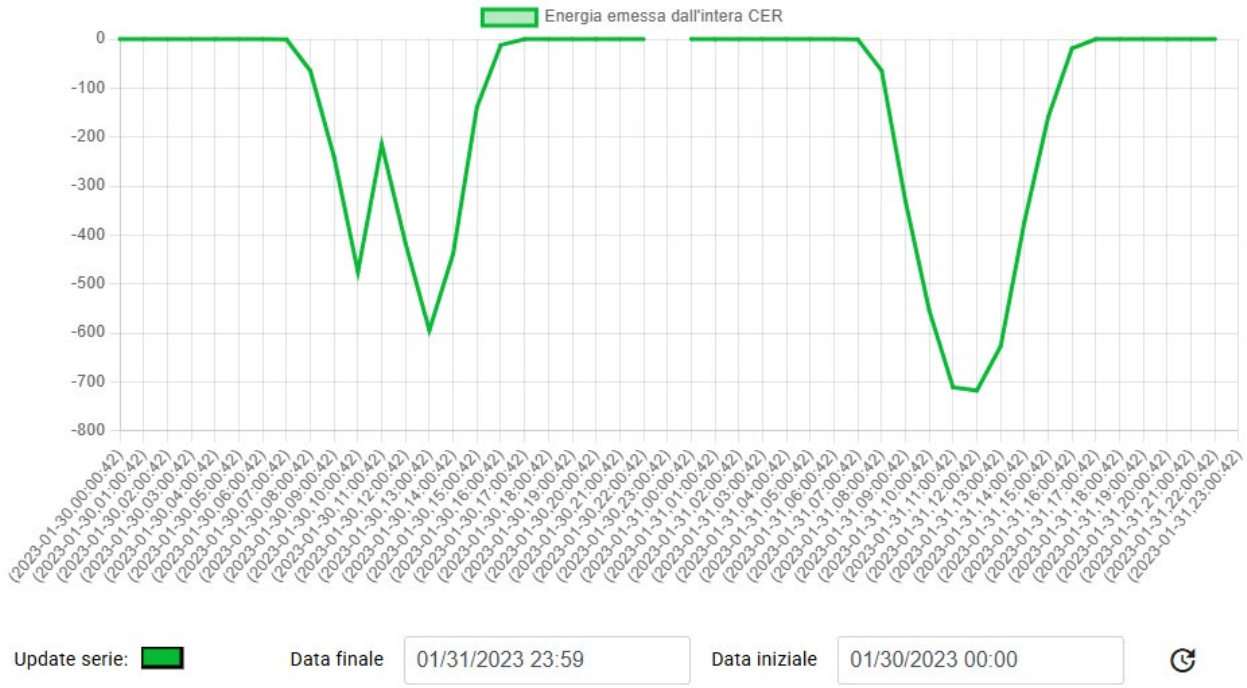

Figura 3 - Esempi di KPI: Energia Emessa dall'intera CER

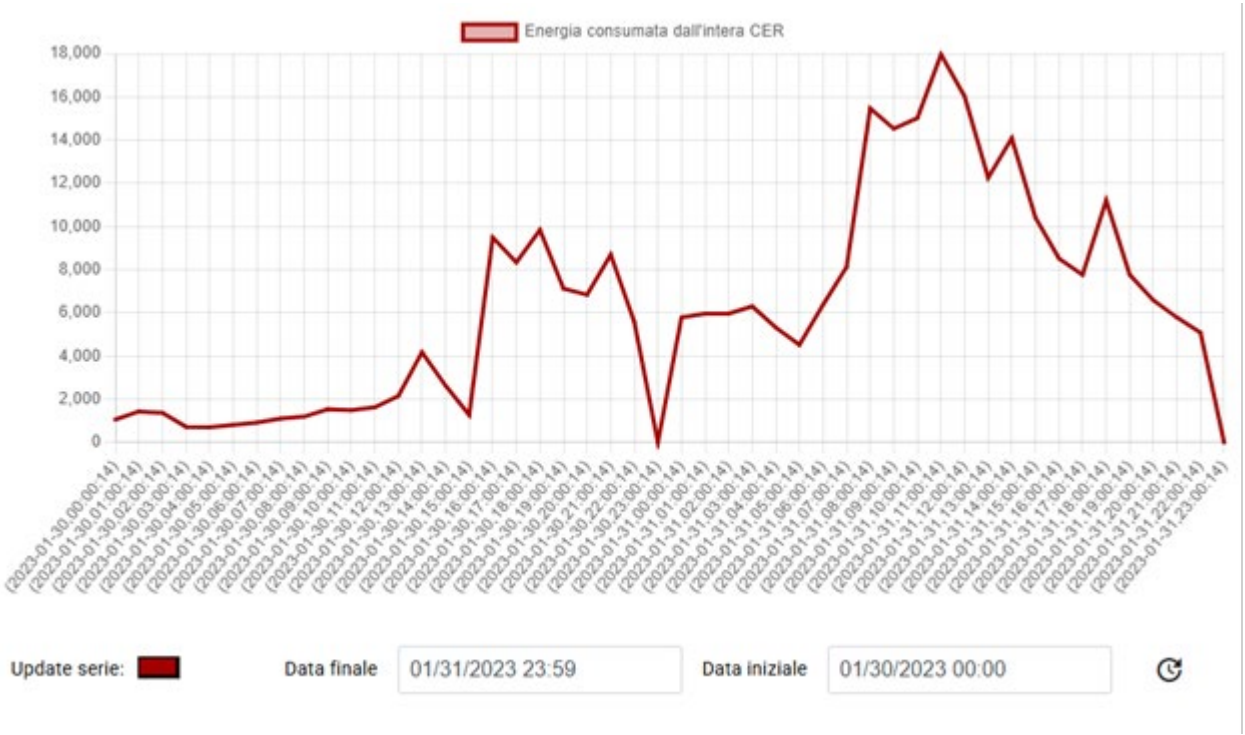

Figura 4 - Energia consumata dall'Intera CER

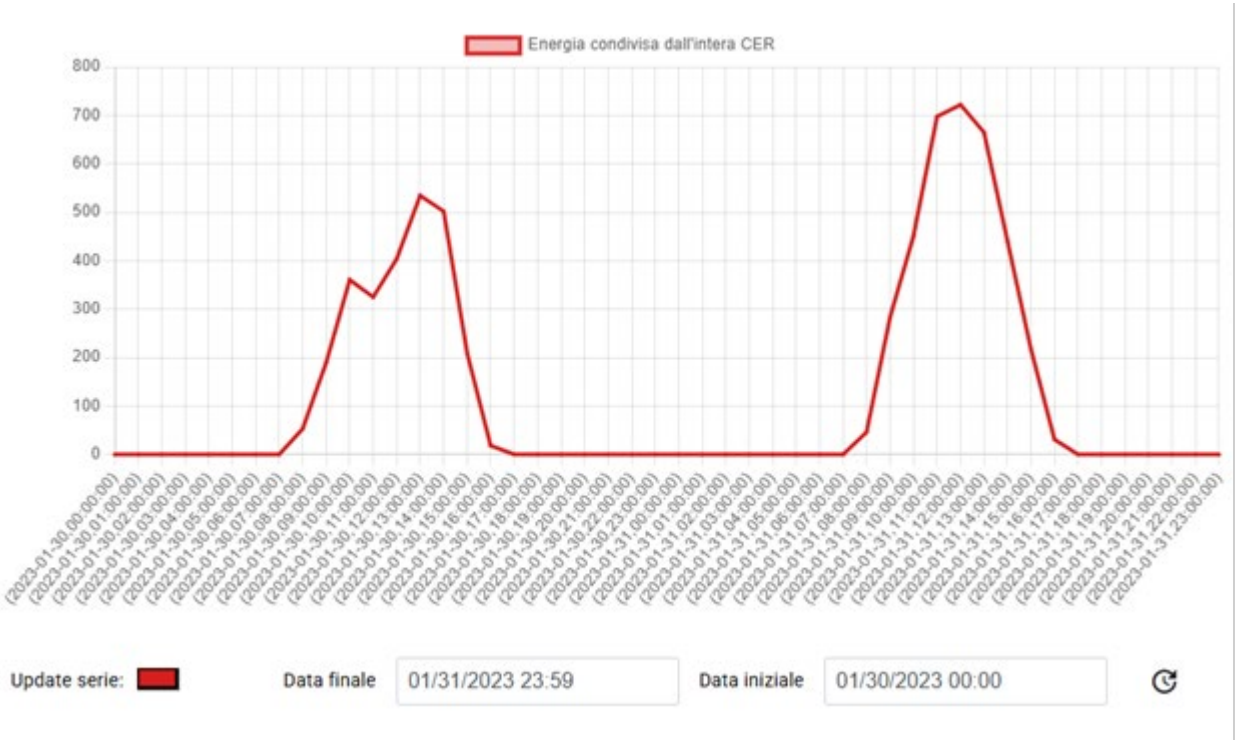

Figura 5 - Esempi di KPI: Energia condivisa dall'intera CER

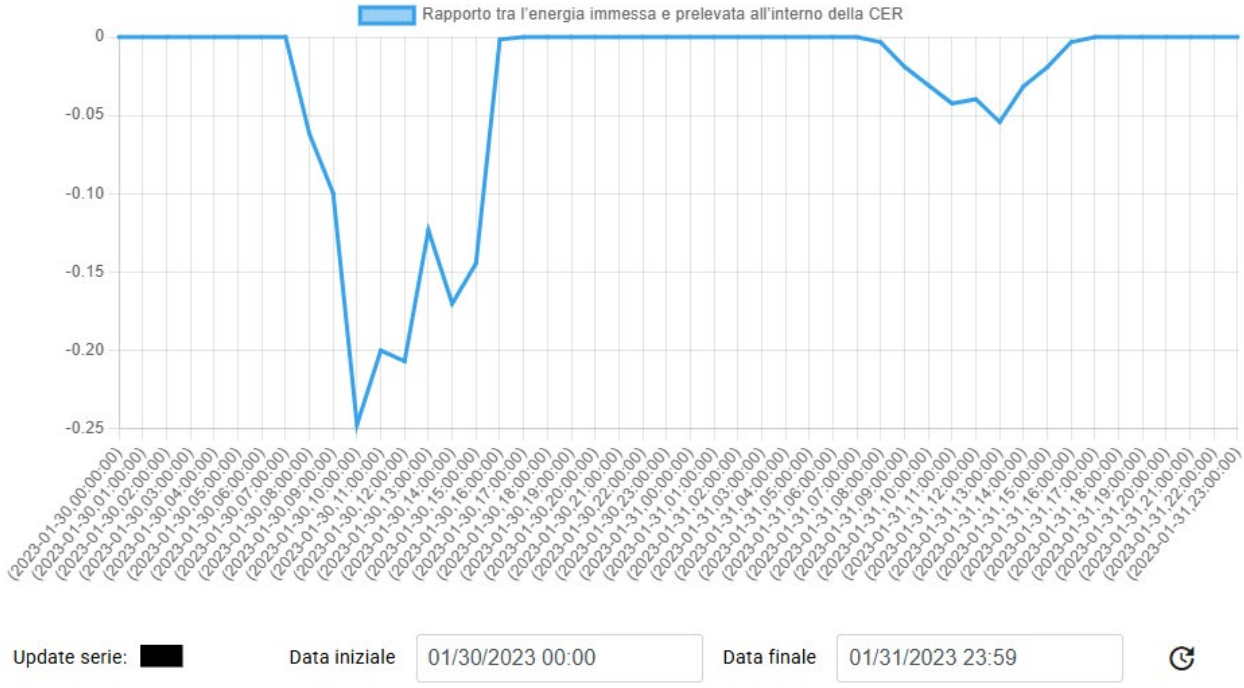

Figura 6 – Esempio KPI: Rapporto fra energia immessa e prelevata all'interno della CER

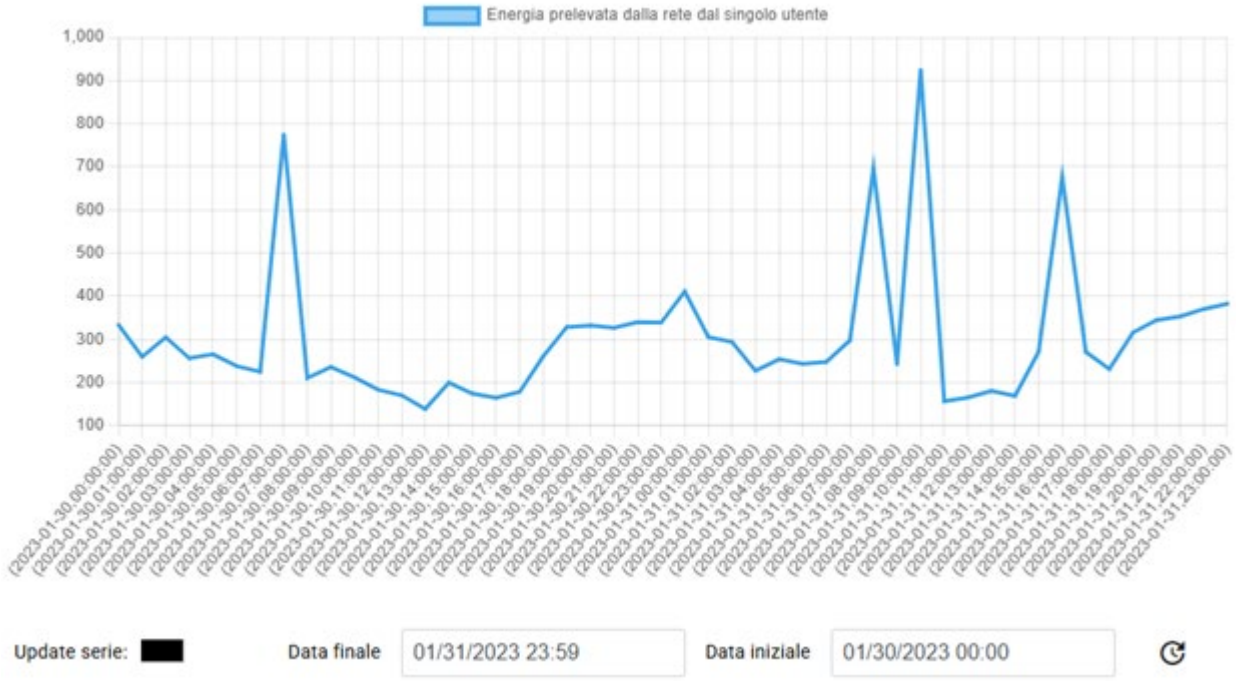

Figura 7 - Esempio KPI: Energia prelevata dalla rete dal singolo utente

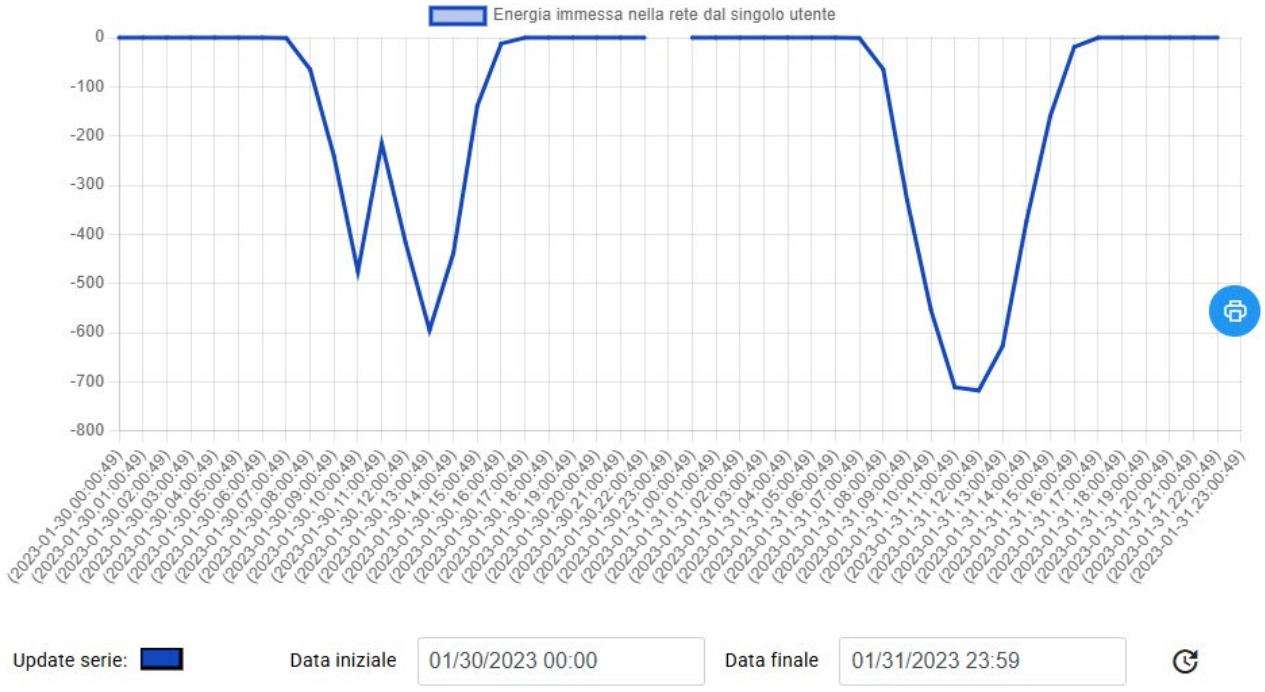

Figura 8 - Esempio KPI: energia immessa nella rete dal singolo utente

Il calcolo degli indicatori è stato eseguito ponendo attenzione alle performance del sistema.

Per dare idea dei miglioramenti ottenuti, descriviamo i dettagli degli interventi per due esempi.

- **KPI: Produzione da data centralina ENEA**

Il KPI legge la produzione giornaliera mediante esecuzione di una query su 6145073 righe presenti nella base dati fornita.

È stata modificata la query in modo da leggere da una vista materializzata. Il tempo di esecuzione è passato da 9.7s a 5.1s.

- **KPI: Produzione fotovoltaica Scandiano**

Il KPI legge la produzione di uno specifico device preso come riferimento mediante esecuzione di una query su 6145073 righe in una data definita.

Sono stati creati diversi indici nella tabella interessata che hanno permesso il miglioramento del tempo di esecuzione da 32s a 5.7s.

- **Potenziamento set di grafici**

È stato migliorato e ottimizzato l'uso della libraria Chart.js per Angular utilizzata per la generazione dei grafici, incrementando il numero delle tipologie di diagrammi in uso. In particolare, sono state integrate nel widget grafico diverse tipologie di grafici configurabili, oltre a quelli base "a barra" ed "a linea". A tal fine, è stato necessario rivedere e ristrutturare sia la funzionalità di configurazione di un widget grafico, sia la logica di trasformazione dell'output di calcolo di un KPI in modo da poterlo adattare alla tipologia di grafico scelto. Questo è stato necessario in quanto, con riferimento alla documentazione della libreria Chart.js utilizzata nel progetto Lec, ogni tipologia di grafico richiede una struttura di dati diversa per poter essere visualizzato.
In generale, è stata svolta un'attività di rivisitazione della logica di configurazione e quella di visualizzazione, in modo tale da avere combinazioni diverse mediante il raggruppamento di tipi di grafici diversi. A titolo di esempio, per combinare il tipo di grafico a torta e a ciambella, è richiesto che il dato sia trasformato nella stessa struttura per entrambi i due casi. Nel dettaglio, le attività svolte sono le seguenti:

- **È stata corretta una anomalia nella configurazione della comunità di default all'interno di una pagina creata dalla funzionalità di gestione pagine.**
- **È stato corretto un malfunzionamento nella visualizzazione delle parametric query in configurazione. Al fine di procedere con gli sviluppi richiesti, è stata necessaria l'introduzione di parametri nascosti. Nella versione precedente, il confronto tra il parametro configurato per una colonna da visualizzare (param) e la colonna sui dati ottenuti come risultato dall'elaborazione di un KPI (paramQuery) era effettuato tramite indice; il codice sorgente è stato modificato in modo che il match venga fatto mediante confronto del nome del parametro e non sul relativo indice.**
- **Per quanto riguarda la sezione di configurazione dei grafici nel rispettivo widget, è stato creato un nuovo componente angular per visualizzare form di configurazione diversi in base al tipo di grafico scelto.**

I tipi dei grafici che si possono configurare sono:

- **A linea**
- **A barra**
- **A radar**
- **A pila**
- **A torta**
- **A ciambella**
- **A superfice polare (Polar Area)**

Per soddisfare la richiesta di dare all'utente la possibilità di visualizzare tipologie di grafici diverse, contemporaneamente, nello stesso componente grafico, è stato necessario modificare il componente utilizzato dalla libreria PrimeNG per trasformare sul browser il grafico da canvas a componente prime ng (l'utilizzo del tag html canvas creava problemi nella visualizzazione delle label descrittivo).

- **È stato aggiornato il componente angular, color-picker utilizzato in fase di configurazione del widget grafico. La versione precedente visualizzava in modo errato la finestra della scelta del colore. È stato fatto seguendo le indicazioni di aggiornamento della libreria PrimeNg con Angular versione 18.**
- **È stata modificata la logica di configurazione: se si vuole creare un grafico con serie diverse, si deve aggiungere una serie per ogni tipo di grafico desiderato. Ciascuna serie mostrerà una forma diversa di configurazione in base al tipo di grafico scelto.**

Di seguito alcuni esempi di combinazioni di grafici.

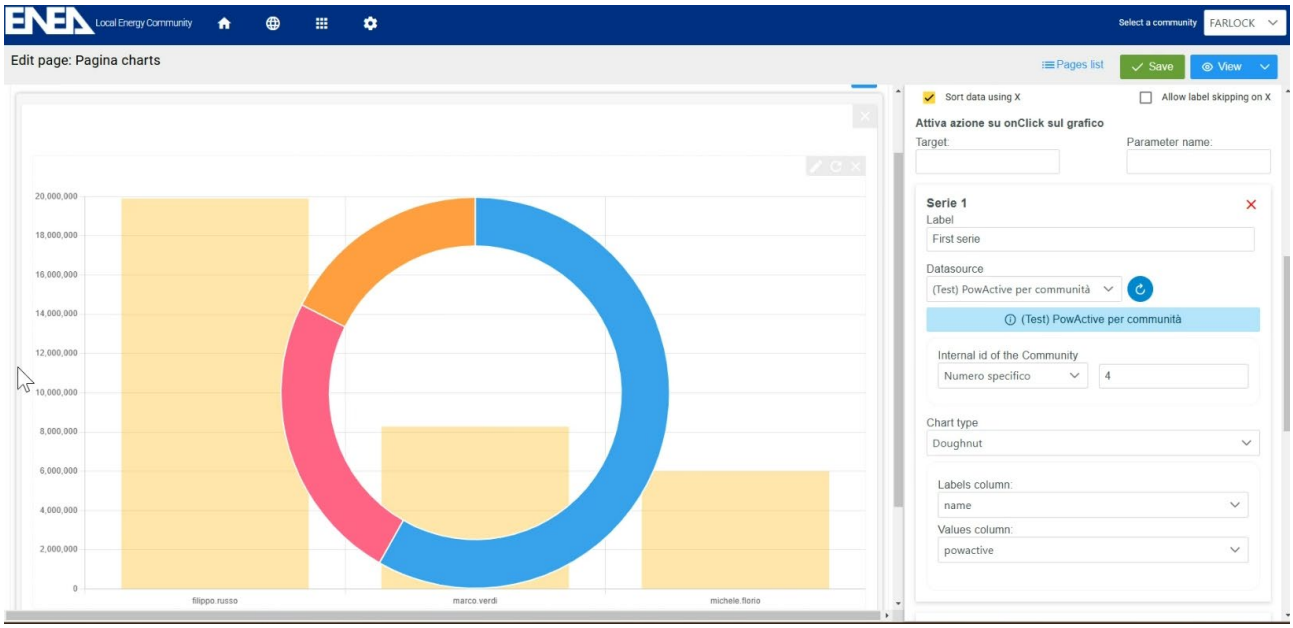

Figura 9 - Esempio di combinazione di grafici

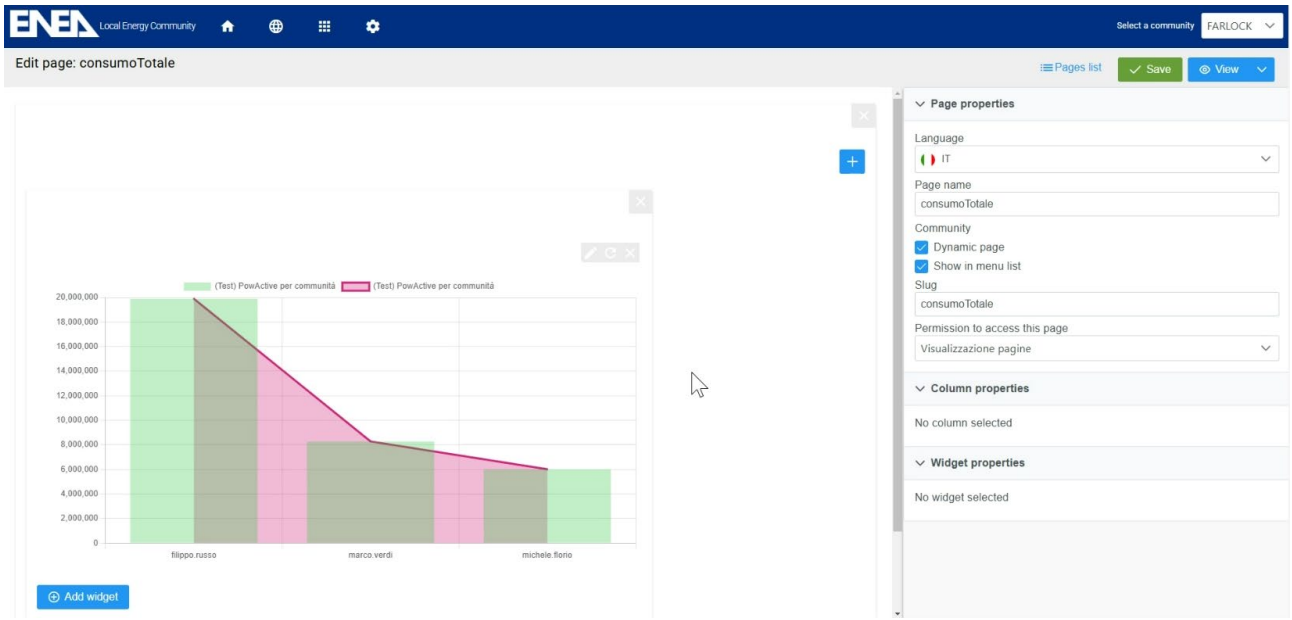

Figura 10 - Altro esempio di combinazione dei grafici

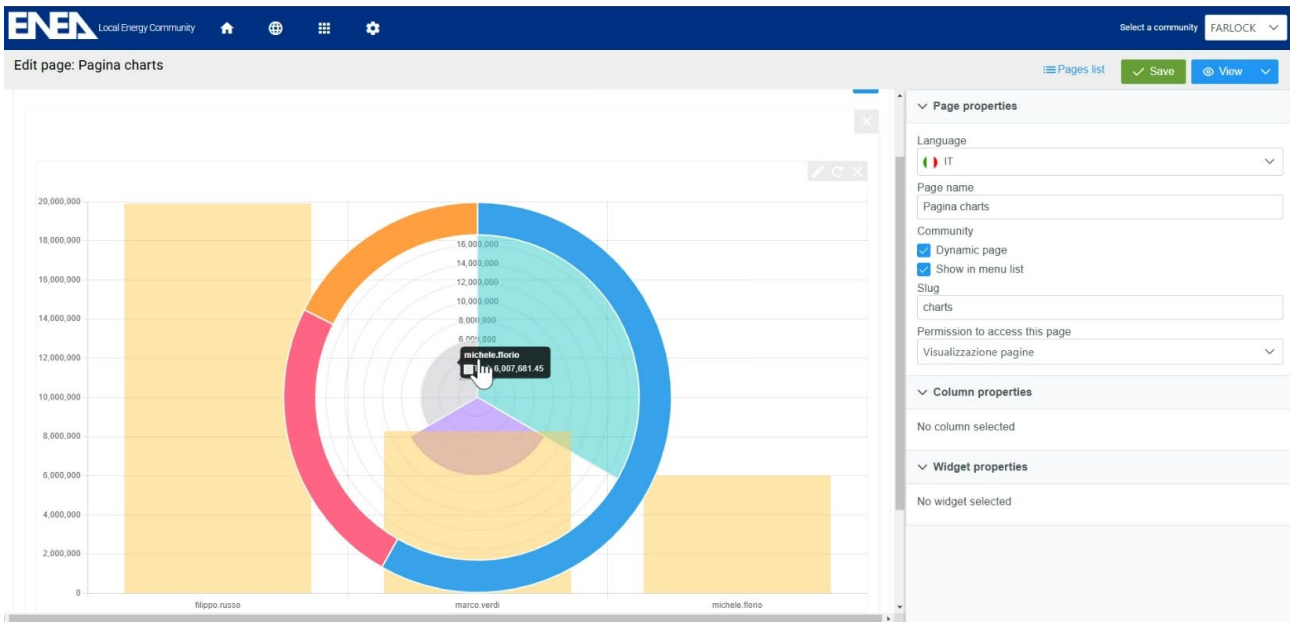

Figura 11 - Combinazione dei grafici esempio 3

7.1.3 Esportazione dei dati

- **Produrre output stampabile**

Il codice sorgente relativo agli sviluppi effettuati fino ad ora è stato scritto in modo da poter implementare facilmente la funzionalità di esportazione, mediante funzionalità di stampa dal browser del report contenente i dati relativi all'utenza autenticata all'interno della piattaforma oppure le informazioni relative alla situazione globale della Comunità Energetica, con riferimento ad un range temporale definito. In particolare, l'implementazione di stili CSS

consente la rappresentazione, in maniera stampabile, di una pagina contenente uno o più widget al suo interno. All'interno di ogni pagina sarà visualizzato un pulsante "Stampa" che attiverà la versione stampabile della stessa. L'utente potrà decidere di stampare la pagina oppure di esportarla in pdf tramite le funzionalità offerte dal browser.

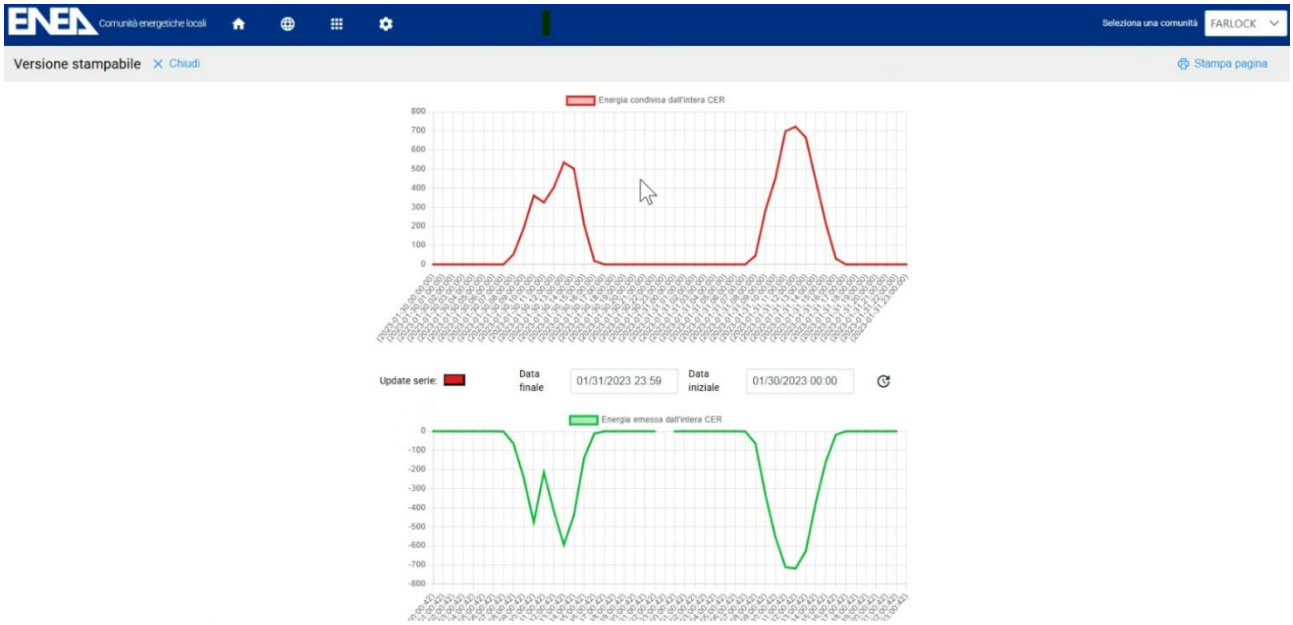

Figura 12 - Output pronto per essere stampato

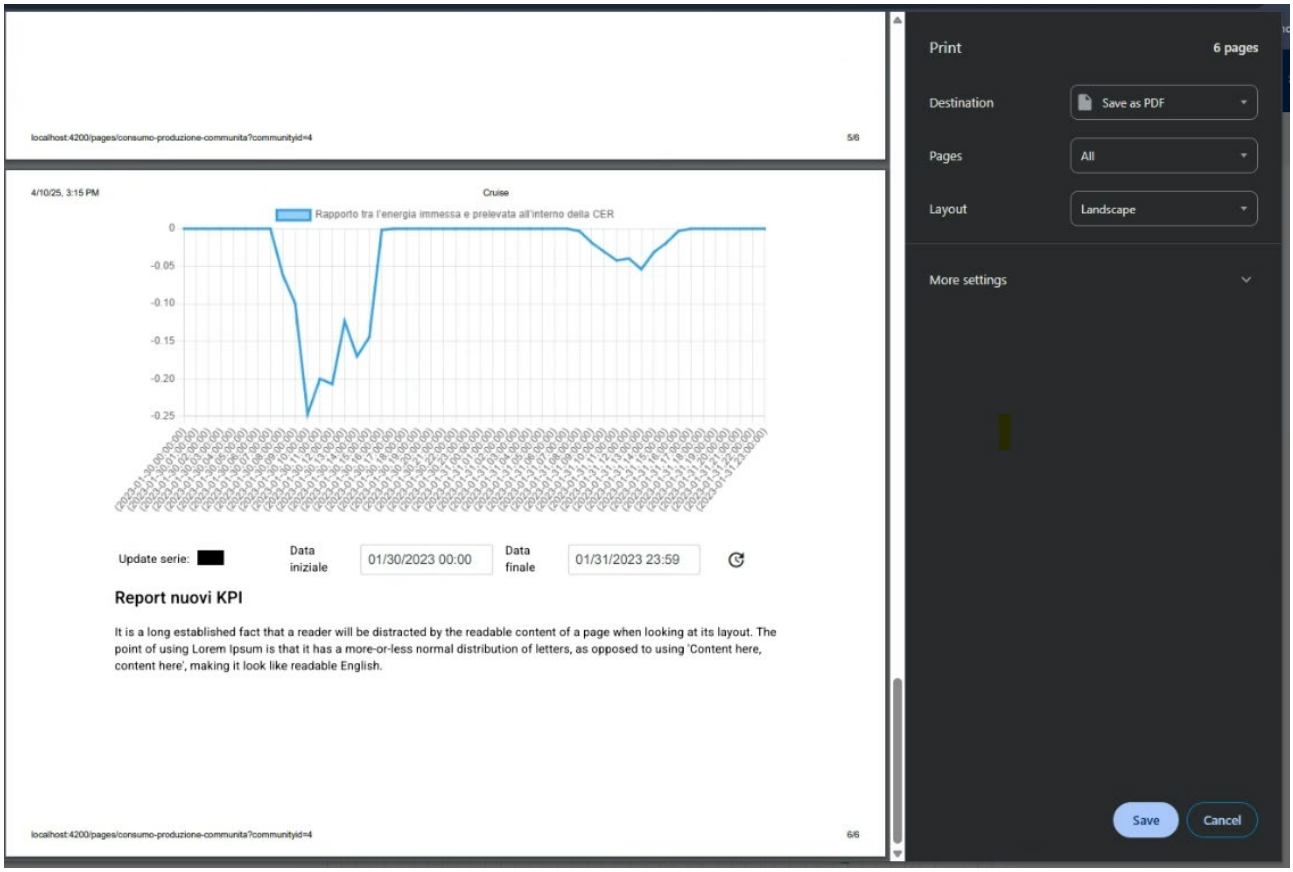

Figura 13 - Stampa dell'output

7.1.4 Fonte dati dei grafici

- **Interrogazioni di API**

È stato sviluppato un provider di dati in grado di trasformare la chiamata verso api esterne tramite REST, in data source idoneo ad essere consumato all'interno di qualsiasi widget in modo trasparente. Sono state modificate diverse sezioni della gestione dei data source nel progetto Cruise, per permettere il consumo di fonti esterne.

In particolare, il sistema può integrare delle API esterne, basate su un formato JSON, che restituiscono le informazioni utili all'elaborazione dei grafici come approccio alternativo all'acceso DB interno interrogato con query SQL. In alter parole, è stata implementata la possibilità di scegliere la fonte dati per la produzione di un grafico: i dati in input sono rappresentati in un JSON avente un formato ed una struttura ben definiti, costruito a partire dal risultato di una interrogazione al database oppure in un JSON, dello stesso formato e nella stessa struttura stabiliti, ottenuto come risposta dalla chiamata ad un servizio invocato mediante end-point Api Rest, avente in input gli stessi parametri passati alla query, nel caso di interrogazione del database. Nel dettaglio, la fonte dati è ora configurabile, può valere, al momento, "SQL" per le query locali, oppure l'url dell'endpoint, completa di metodo (GET/POST) e dei parametri in input.

I servizi al momento integrati fanno riferimento a un sistema che analizza le occorrenze in rete di parole relative alle Comunità Energetiche e sono i seguenti:

- **http://eclistener.smartenergycommunity.enea.it/restapi/get_eclistner_stat**

Il servizio non richiede parametri in input ed associa a ogni "parola" la percentuale di occorrenze. Il sistema mostra un diagramma a torta che evidenzia le percentuali.

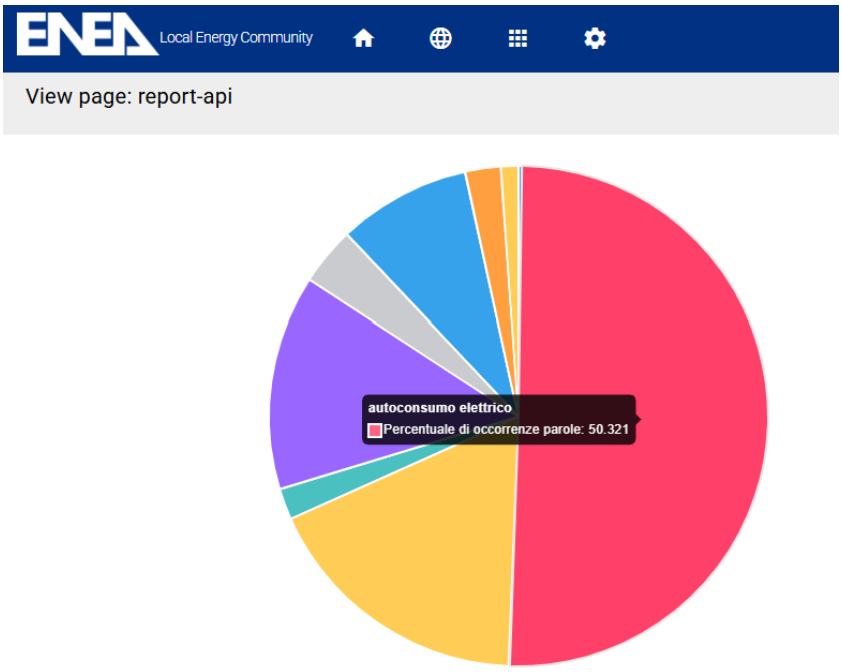

Figura 14 - Visualizzazione delle occorrenze dei risultati ei ECListener

- **http://eclistener.smartenergycommunity.enea.it/restapi/get_eclistner_trend?tag=[param]**

Sulla base del valore assegnato al parametro in input "tag", il servizio restituisce le occorrenze trovate, nel tempo. Il sistema mostra un diagramma a linee dando evidenza dell'andamento nel tempo. che divide mostra le percentuali.

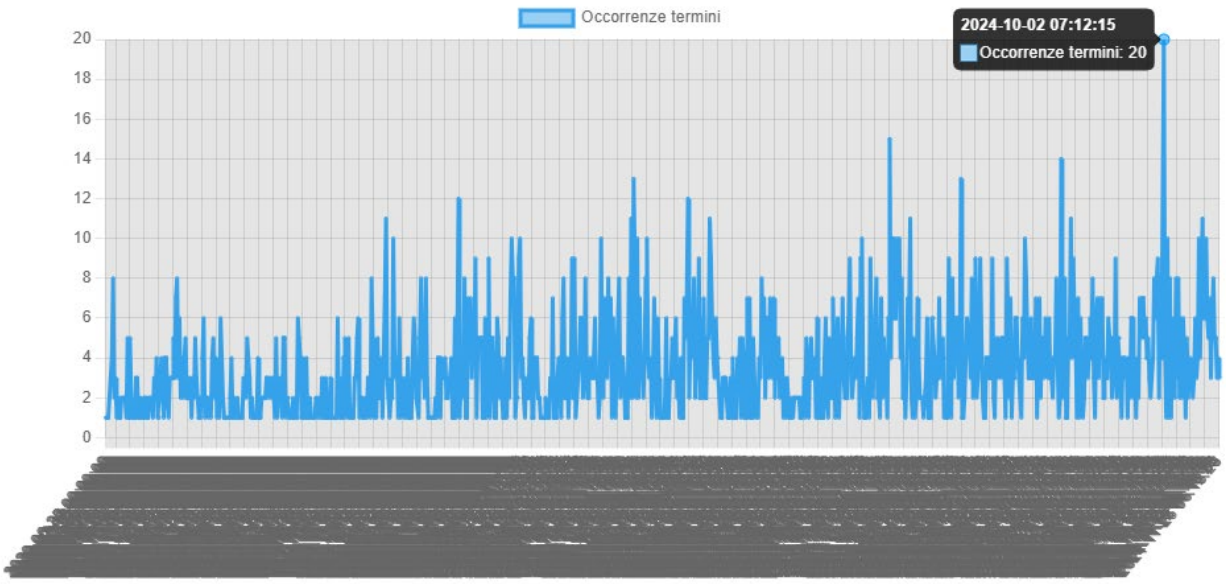

Figura 15 - Visualizzazione grafica dell'interrogazione della seconda API

7.1.5 Altre funzionalità

- **Verifica dell'integrazione con la nuova IDP**

È stato verificato con il corretto funzionamento dell'autenticazione sul sistema a seguito di un aggiornamento ad una nuova versione dell'Identity Provider (IDP) ENEA integrato in Cruise. In particolare, è stato aggiornato l'IDP client di ENEA, all'interno del progetto Cruise, a seconda dell'indicazione del provider stesso. Le modifiche riguardano la modalità di connessione e la risposta dell'IDP. Inoltre, è stato sviluppato un meccanismo che attiva un IDP client in base alle configurazioni del servizio Spring. Nel futuro gli eventuali ulteriori sviluppatori potranno creare un nuovo IDP client implementando una specifica interfaccia. Un esempio concreto è stata l'implementazione di un IDP client che si interfaccia con Keycloak.

- **Rilascio in formato OpenSource**

Il codice sorgente modificato e arricchito degli adeguamenti apportati e gli script di aggiornamento del Data Base sono stati rilasciati in modalità Open Source su apposito branch.

L'utilizzo di soluzioni open source per la realizzazione del sistema consente di essere in linea con le direttive nazionali e ministeriali emanate per consentire il riuso, l'adattamento e l'indipendenza tecnologica. I codici sorgenti sono forniti integralmente a ENEA e, come espressamente indicato nei documenti del bando, il software è stato rilasciato in modalità open source, all'interno di un Container Docker e CRUISE è scaricabile dal repository Git del laboratorio CROSS.

Il link da cui è possibile scaricare il codice sorgente è il seguente:

https://crossserv.bologna.enea.it/gitlab/open/opencruise.git

Il progetto OpenCruise è composto da due applicativi web che interagiscono tra di loro con lo scopo di fornire una applicazione che offre all'utente la possibilità di creare/configurare dei report di consumo e poi visualizzarli in qualsiasi browser.

È stato altresì predisposto un IDP di Mock Up per permettere a chi si scarica il codice di testarlo, avendo la possibilità di scegliere fra IDP ENEA, IDP Keycloak e IDP Mock Mock Up.

7.1.6 Set up di casi studio per la validazione dello strumento a partire da dati reali

La nuova release dell'applicazione CRUISE è stata essere configurata e testata utilizzando due casi studio basati su informazioni reali e storicizzate relative a configurazioni di Comunità Energetica di cui ENEA possiede i dati. Tale versione offre all'utilizzatore la possibilità di poter configurare due tipi di fonti di dati distinte:

- Fonte dati statica: i dati disponibili sono pubblicati in formato JSON all'interno del progetto "Iecservice", nella cartella delle risorse. Si tratta dei file "getData_10.json" e "getData_35.json", contenti dati preimpostati che non richiedono l'accesso al database, utilizzando i quali è possibile validare le funzionalità dell'applicazione, potendo valutare come cambia la visualizzazione degli stesso.
- Fonte dati dinamica: l'utente può impostare come fonte di dati il database PostgresSQL. Tramite il servizio Docker, l'avvio del database consentirà l'accesso ai dati reali storici (non attuali), di consumo e produzione quartorari e/o orari completi e verificati riferiti ad un

intero anno, forniti dai referenti Enea, che saranno utilizzati da Cruise come fossero dati raccolti in tempo reale.

7.1.7 Servizio di Assistenza e Manutenzione (AM)

Come previsto, è stato predisposto un servizio di assistenza e manutenzione correttiva ed evolutiva della durata di 1 anno (12 mesi) a partire dalla data di consegna del software che prevede interventi definiti e individuati dal personale ENEA di tipo correttivo e migliorativo.

7.1.8 Altro

Lo sviluppo e la realizzazione degli adeguamenti individuati e applicati alla piattaforma sono stati effettuati in maniera accessibile, nel rispetto delle linee guida AGID e secondo i criteri richiesti a garanzia di elevati livelli di cybersecurity. Gli interventi sono inoltre stati perpetrati in condivisione con il personale Enea preposto all'uso della piattaforma, il quale ha usufruito e usufruisce della attività di formazione e supporto messa a disposizione dal personale Sei Consulting il quale si è altresì impegnato a fornire le dovute procedure guida di dettaglio per l'uso di Cruise.

In accordo con i referenti Enea del progetto, è stato dedicato un effort significativo in una importante attività di ricerca, analisi e valutazione di soluzioni alternative alle modalità di gestione dei dati implementate. È stato disegnato un servizio di manutenzione "estesa" che consente la costante rivisitazione e rilavorazione del software, anche al fine di completare e rendere alcuni sviluppi, già rilasciati, maggiormente rispondenti agli scopi progettuali.

8 Contributo delle eventuali consulenze alle attività sopra descritte

Non Applicabile

9 Pubblicazioni scientifiche

Al momento non si segnalano pubblicazioni scientifiche scaturite dall'attività.

10 Eventi di disseminazione

Non si segnala alcun evento di disseminazione scaturito dall'attività svolta.