

# Il dimostrativo Italiano del progetto Europeo SharingCities: un sistema innovativo di gestione dell'energia e monitoraggio ambientale per il distretto di Porta Romana a Milano

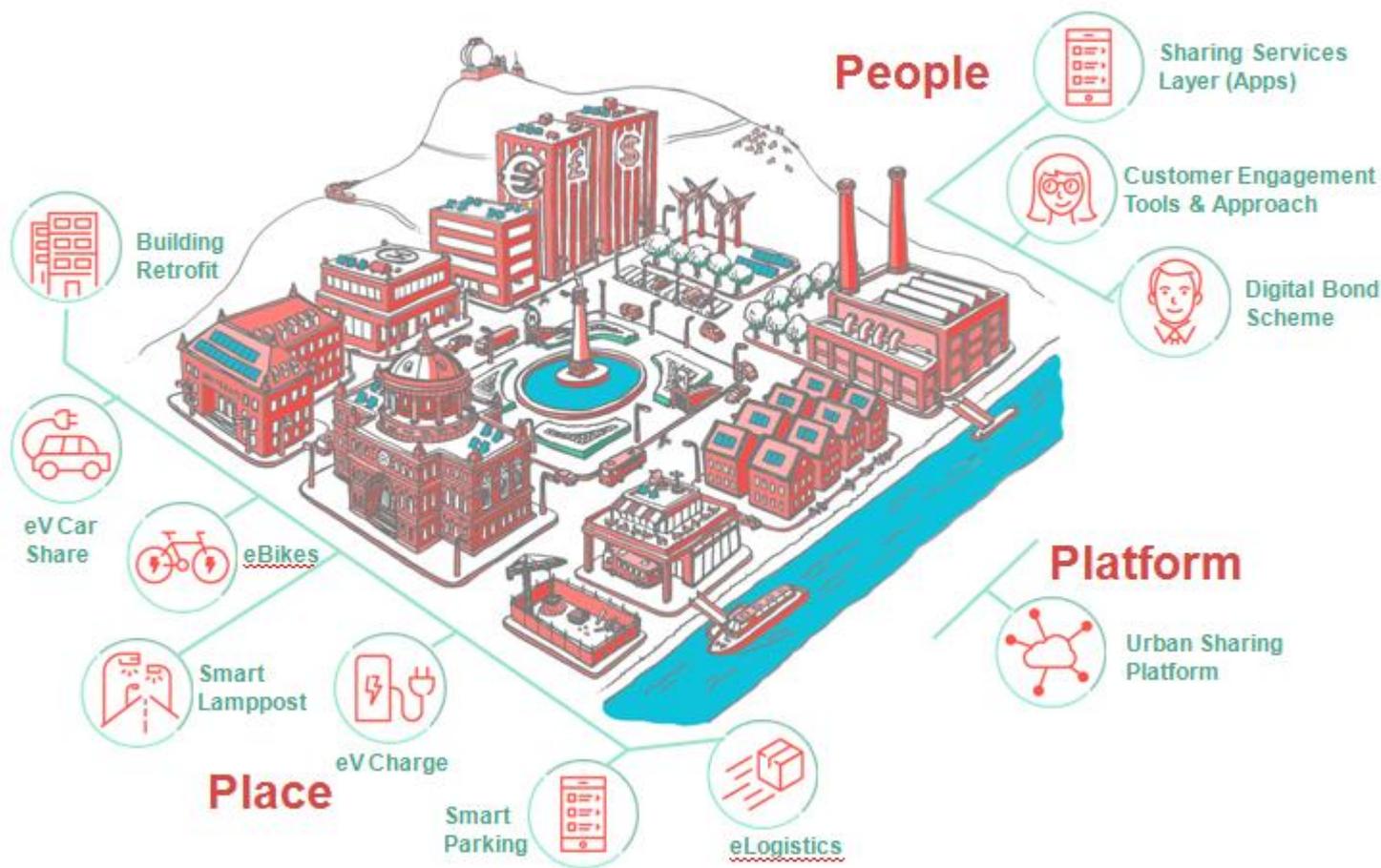
**SIEMENS**

Sara Filipponi  
Maurizio Bigoloni  
**SIEMENS Spa**

- Introduzione al progetto SharingCities
- La piattaforma di gestione
- Acquisizione dati
- Ottimizzazione dei consumi
- Conclusioni e sviluppi futuri

# Il progetto SharingCities

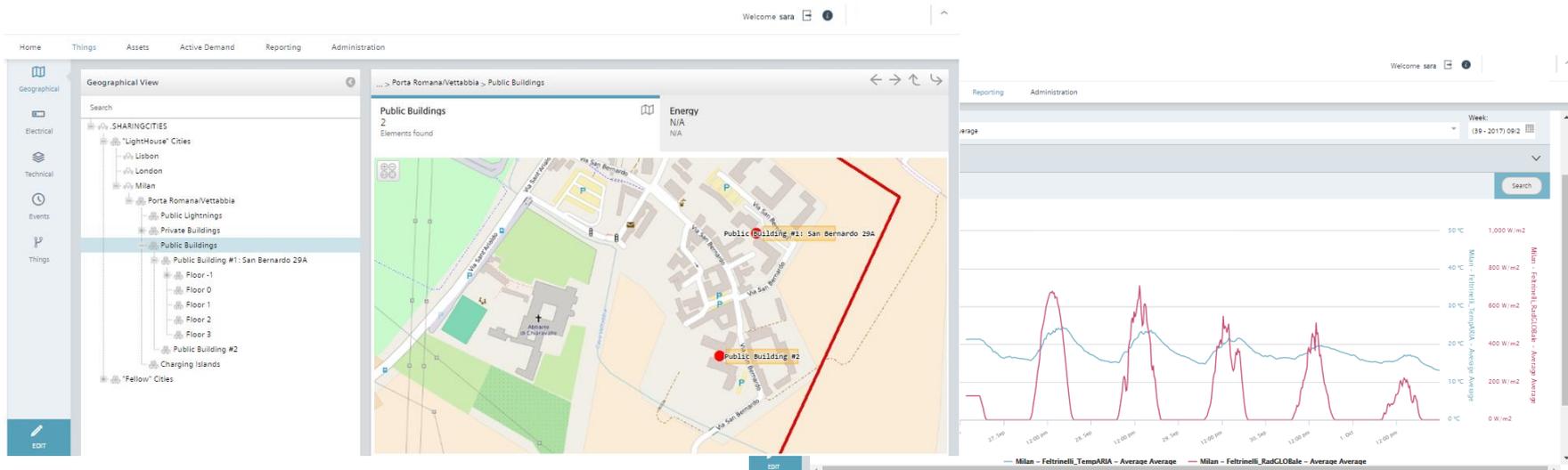
## Sharing Cities Approach: People | Place | Platform



# La piattaforma e SharingCities

Nell'ambito Place, la nostra società è uno dei partner strategici del progetto SharingCities. L'utilizzo della sua piattaforma di gestione e le estensioni realizzate nell'ambito del progetto consentiranno di realizzare importanti innovazioni, due delle quali saranno descritti di seguito:

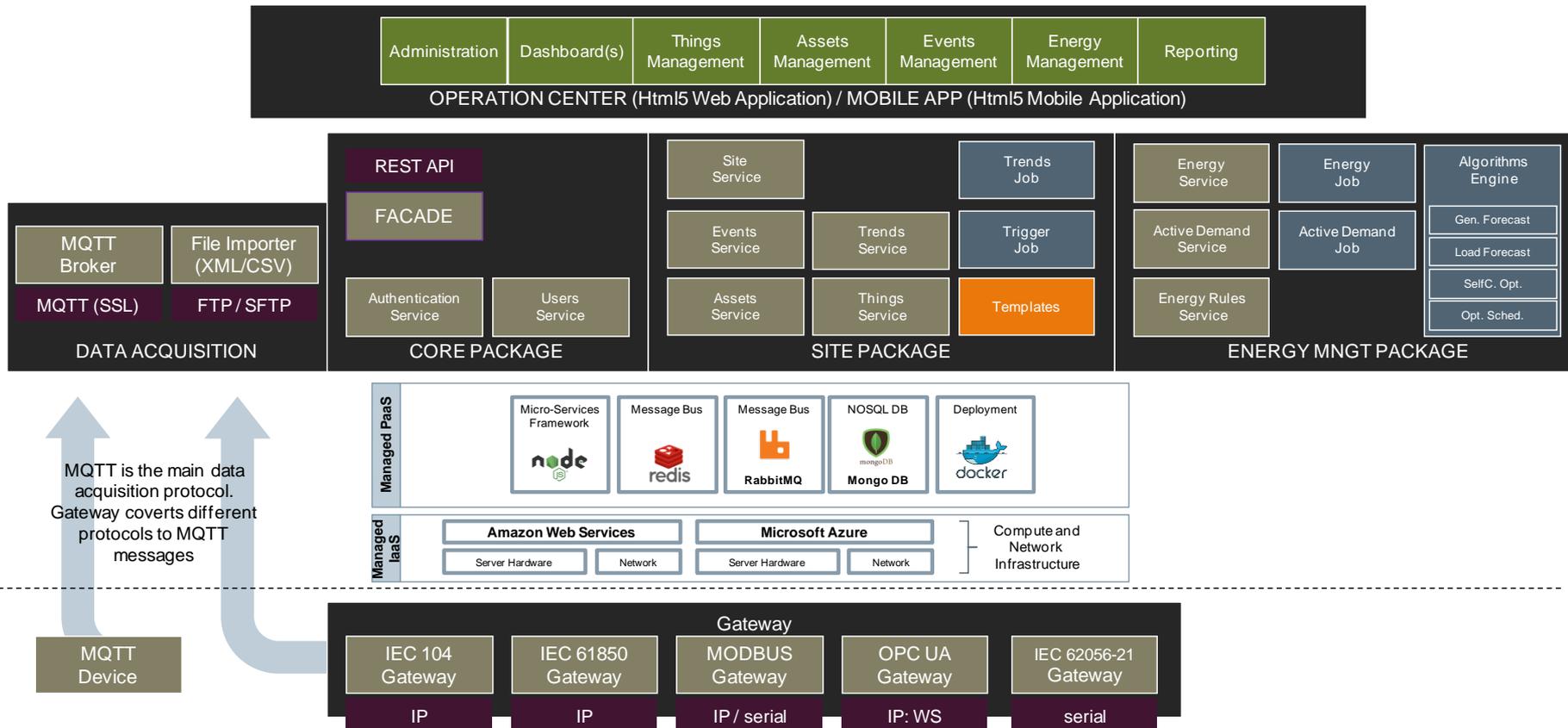
- ❑ il monitoraggio ambientale utilizzando la rete LoRaWAN presente nell'area di Porta Romana
- ❑ l'ottimizzazione energetica per controllare i consumi in un edificio pubblico trasformato in SEU (Sistema Efficiente di Utenza).



# L'architettura della piattaforma

Web App

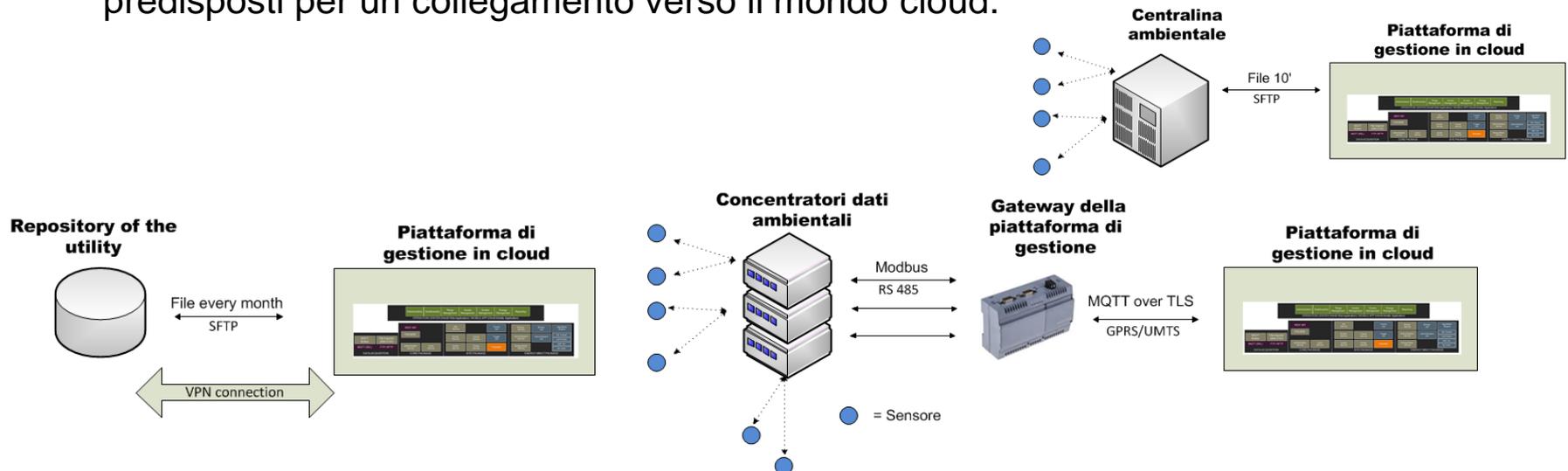
Cloud



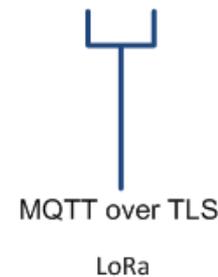
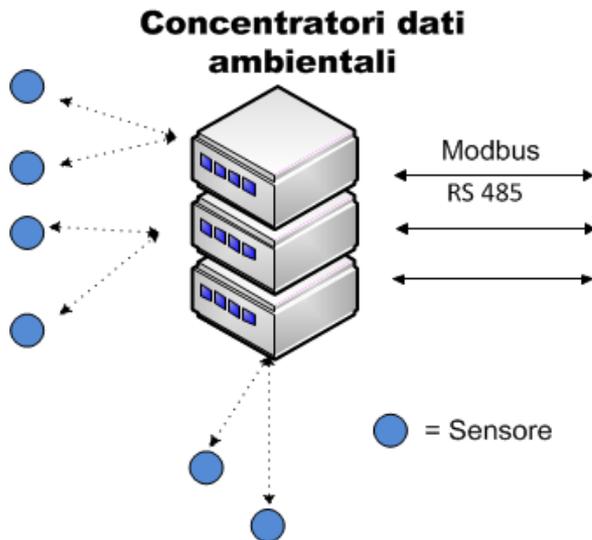
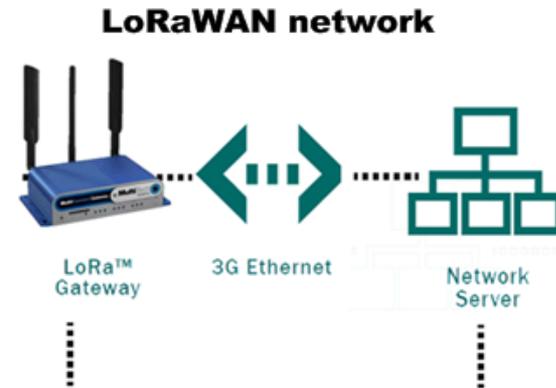
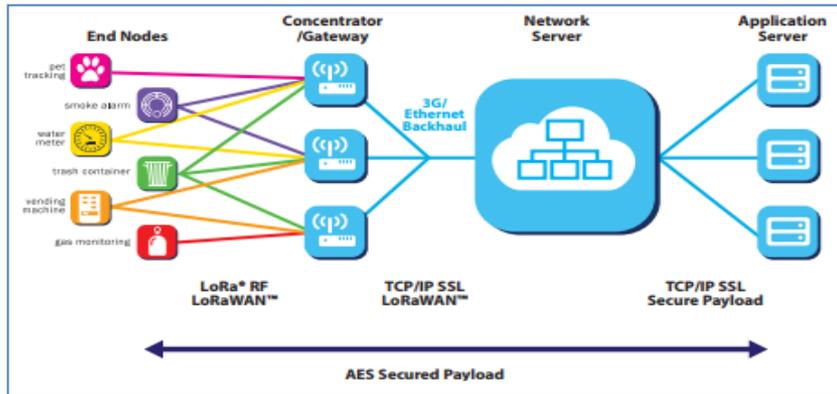
# La piattaforma e l'acquisizione dati

La piattaforma di gestione ha il compito di raccogliere i dati che provengono da diverse sorgenti:

- ❑ alcune afferenti a sistemi già esistenti (ad esempio i dati energetici dei singoli appartamenti e delle parti comuni degli edifici pubblici e privati);
- ❑ alcune rappresentate da dispositivi di nuova installazione che appartengono alla classe degli apparati tradizionali (ad esempio dispositivi con modalità di trasmissione via onde radio ad un concentratore locale);
- ❑ altre rappresentate da dispositivi IoT “enabled”, ovvero dispositivi già predisposti per un collegamento verso il mondo cloud.

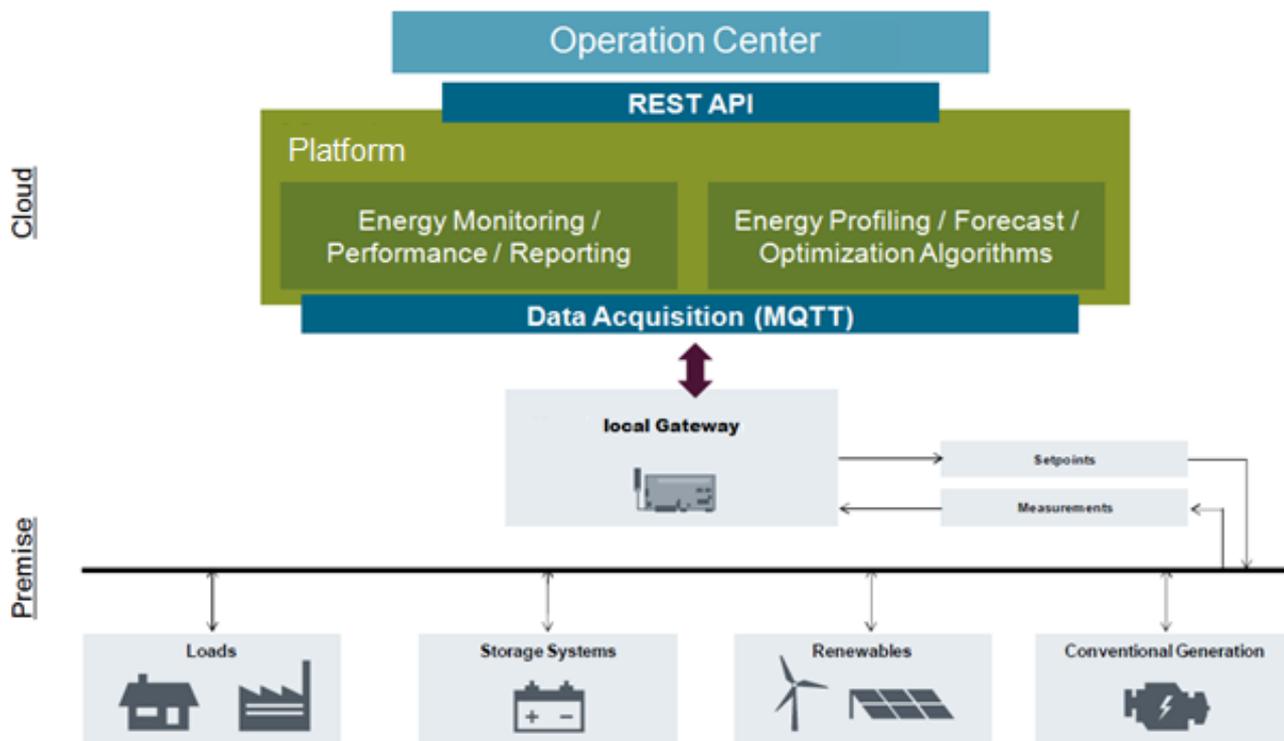


# La piattaforma IoT e LoRaWAN



# La piattaforma e i consumi

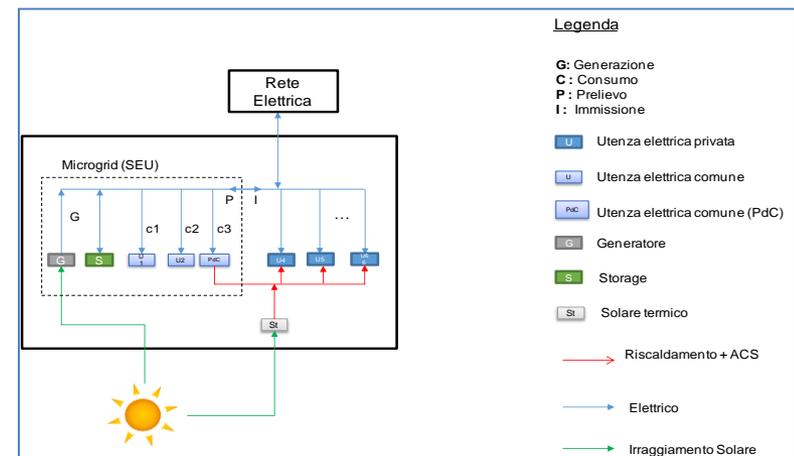
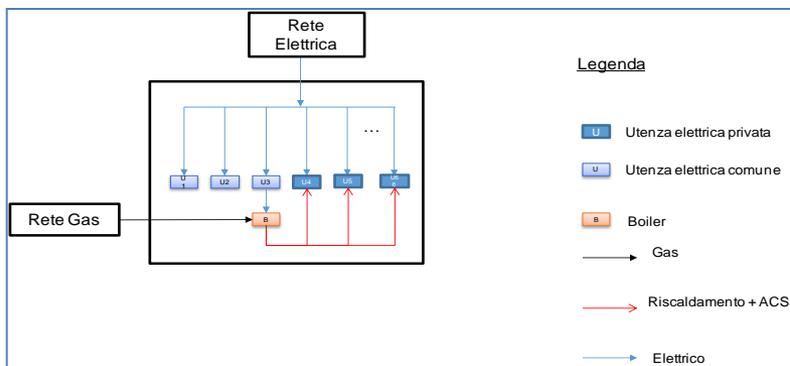
Nell'ambito di SharingCities, la piattaforma di gestione svolge il suo maggior ruolo nel monitoraggio e ottimizzazione dei consumi energetici, sia elettrici sia termici: utilizzando la modellizzazione di elementi di base come i pannelli fotovoltaici o l'accumulo elettrico, realizza gli algoritmi di ottimizzazione del consumo energetico, secondo la minimizzazione del costo complessivo dell'energia o/e la minimizzazione dello scambio energetico con la rete di distribuzione.



Per poter svolgere azioni di ottimizzazione dei consumi, è necessario che vi sia la possibilità di agire e di gestire una certa flessibilità energetica, in modo da poter effettuare delle operazioni di peak-load shifting all'interno della giornata.

In questa direzione, l'azienda ha collaborato a definire il possibile dimensionamento di un accumulo elettrico da inserire nell'edificio pubblico dopo la riqualificazione energetica, già comprensiva di pannelli fotovoltaici, pompe di calore, solare termico, utili a coprire i fabbisogni delle parti comuni.

## Edificio parti comuni

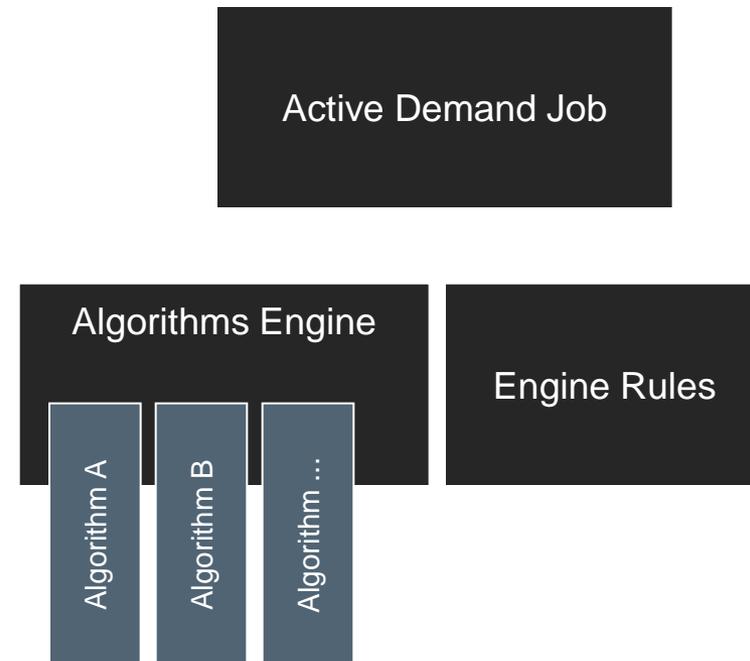


# Il motore degli algoritmi

Rappresenta il cuore della piattaforma di gestione.

Le sue caratteristiche sono:

- Architettura a plugin
- Aggiunta di nuovi algoritmi
- Wrapper in Java Script
- Algoritmi scritti in altri linguaggi come MATLAB, CIPLEX, ...
- Algoritmi attivabili tramite Scenari o Modi
- Interfacce pronte per definire Input: vincoli, valori delle misure, valori storici, valori previsionali
- e Output: set-points (comandi o curve)



All'interno del progetto SharingCities la piattaforma di gestione Monet trova la sua naturale applicazione, mostrando la flessibilità necessaria per gestire situazioni di campo molto diverse:

- La possibilità di utilizzare un IoT2040 gateway caratterizzato da un software locale che possa adattarsi al “brown field”, ovvero ad un campo con un parco installato esistente che supporta protocolli tradizionali di comunicazione di dispositivi, rende la soluzione utile per introdurre l'Internet of Things laddove i costi di sostituzione non sono affrontabili ma si vuole comunque migrare verso sistemi di gestione basati sulle nuove tecnologie di connettività (MQTT) e di trasporto (LoRaWAN).
- Il motore degli algoritmi, cuore della piattaforma in cloud, offre un ambiente utile per sviluppare soluzioni da poter utilizzare in contesti diversi o negli stessi contesti con condizioni al contorno differenti.

# Grazie per l'attenzione

## **SIEMENS**

*Ingegno per la vita*

Sara Filipponi  
**SIEMENS Spa**

[sara.filipponi@siemens.com](mailto:sara.filipponi@siemens.com)

Maurizio Bigoloni  
**SIEMENS Spa**

[maurizio.bigoloni@siemens.com](mailto:maurizio.bigoloni@siemens.com)

**Il dimostrativo Italiano del progetto Europeo SharingCities: Monet, un sistema innovativo di gestione dell'energia e monitoraggio ambientale per il distretto di Porta Romana a Milano.**

Sara FILIPPONI, Maurizio BIGOLONI  
**Siemens SpA**

Nell'ambito del programma Europeo Horizon 2020, Siemens Spa, insieme al Comune di Milano e ad altri partner italiani, partecipa al progetto SharingCities, progetto della durata di 5 anni che coinvolge tre città europee principali Milano, Londra e Lisbona e tre città europee satellite Varsavia, BURGAS e Bordeaux.

SHARING CITIES è un progetto ambizioso che riunisce le autorità della città, le imprese e le organizzazioni di ricerca per trasformare l'idea di "Smart City" in realtà, incrementando il mercato delle città intelligenti, rendendolo più agile e più collaborativo. L'obiettivo è di aumentare drasticamente la velocità e la scalabilità di soluzioni intelligenti, coinvolgendo i cittadini in nuovi modi che consentano loro di svolgere un ruolo attivo nella trasformazione delle loro comunità - offrendo città più vivace, vivibile, economicamente attiva e efficiente in termini di risorse .

Alla base di questi concetti vi sono soluzioni condivise che applicano un approccio "digital first" e che incorporano metodologie comuni, a livello europeo e mondiale, che possono essere implementate in scala, ma adattate a città di diversa dimensione e in fasi diverse di sviluppo digitale.

I partner del progetto lavorano in stretta collaborazione sia con la European Innovation Partnership "Smart cities and communities" sempre promossa dalla Commissione Europea, che con altri consorzi di città "lighthouse" a livello europeo.

Il progetto è stato finanziato dall'UE con 24 milioni di € e mira ad attivare ulteriori 500 milioni di investimenti; inoltre coinvolgerà più di 100 Comuni in tutta Europa in azioni di replicabilità.

A Milano, l'area della città in cui saranno realizzati gli interventi del progetto e dove saranno attuati processi di co-design con gli abitanti è Porta Romana/Chiaravalle, situata nel comparto sud-est di Milano, area già interessata da altri importanti progetti di trasformazione urbana sia pubblici che privati.

L'attuazione dell'approccio "Smart-city" a questo ambito urbano, grazie anche ad una forte regia pubblica, consentirà di dare supporto e mettere in rete una serie di interventi di grande interesse, che trasformeranno il quartiere in un laboratorio a cielo aperto di trasformazione ed innovazione per l'intera città.

La visione e gli obiettivi saranno realizzati attraverso l'implementazione di una serie di azioni classificate in tre temi principali del progetto: People, Place, Platform. Ciascuno di essi include i seguenti contenuti:

PEOPLE - Approcci e strumenti per sviluppare una profonda comprensione della società e migliorare i mezzi attraverso cui i cittadini possono partecipare attivamente a rendere i loro luoghi di vita e di lavoro dei posti migliori, attraverso la condivisione dei servizi.

PLACE - Comprende quattro flussi di lavoro principali che affrontano infrastrutture e servizi per la città che riguardano l'efficientamento energetico, elettrificazione della mobilità e integrazione di infrastrutture e processi. Questi includono: ristrutturazioni di edifici esistenti; sistema di gestione dell'energia sostenibile; mobilità condivisa; e lampioni intelligenti.

PLATFORM - Una piattaforma di condivisione urbana (USP) che gestisce i dati provenienti da una vasta gamma di sorgenti, compresi i sensori e le fonti di dati più tradizionali. L'USP sarà costruito utilizzando tecnologie e standard aperti

Il tema PLACE comprende la riqualificazione energetica di numerosi edifici pubblici e privati, l'utilizzo di isole di ricarica comprensive di colonnine, pannelli fotovoltaici e accumuli, l'innovativo uso dei lampioni per l'installazione di sensoristica atta ad acquisire numerose misure per il monitoraggio ambientale.

Nell'ambito di questo tema, Siemens propone un innovativo sistema di gestione dei consumi energetici e del monitoraggio ambientale. Il sistema, basato sul modello Internet of Things, elabora i dati energetici provenienti da diverse fonti ed effettua il monitoraggio delle curve di consumo, realizzando previsioni al fine di massimizzare i livelli di utilizzo delle fonti rinnovabili e minimizzare i costi. Il sistema si propone quindi come supporto alle decisioni dell'Energy Manager e al District Manager, fornendo un'interfaccia di alto livello dalla quale monitorare e gestire tutte le informazioni e i processi energetici, oltre al monitoraggio dei dati ambientali.

Il sistema si basa sulla piattaforma Monet di Siemens, fornita come SaaS in cloud, configurata per acquisire dati dal campo in diverse modalità: con un gateway locale connesso con i dispositivi di campo tradizionali tramite protocolli standard come Modbus o IEC 61850-104, oppure connettendo direttamente dispositivi LoraWan nativi tramite protocollo MQTT.

Il sistema, utilizzando la modellizzazione di elementi di base come i pannelli fotovoltaici o l'accumulo elettrico, realizza gli algoritmi di ottimizzazione del consumo energetico, secondo la minimizzazione del costo complessivo dell'energia o/e la minimizzazione dello scambio energetico con la rete di distribuzione. Tali ottimizzazioni, che rappresentano il cuore del sistema di gestione dei carichi energetici, possono essere applicate a situazioni differenti: la gestione dell'edificio, dove l'utilizzo di un accumulo energetico consente di compiere livellamento di picchi di carico, oppure le isole di ricarica, dove la ricarica può essere differita nel tempo per sfruttare l'energia rinnovabile proveniente dal pannello fotovoltaico, con l'obiettivo primario di soddisfare i vincoli di ricarica del proprietario del veicolo.

Il sistema inoltre consente di realizzare il demand response, seguendo una curva di carico impostata dall'Energy Manager o dal District Manager, generando una flessibilità che potrà essere poi oggetto di scambio.

Il sistema infine si interfaccia con la piattaforma di interoperabilità urbana, secondo gli standard definiti dall'ecosistema E015 promosso dalla Regione Lombardia.

## INTRODUZIONE

Il progetto SharingCities è un progetto europeo finanziato dal programma Horizon 2020 – Smart Cities Lighthouse - che ha l'obiettivo di realizzare un quartiere "smart" a emissioni "quasi" zero, per rispondere alle principali sfide ambientali delle città e migliorare la vita quotidiana dei suoi abitanti.

La visione e gli obiettivi saranno realizzati attraverso l'implementazione di una serie di azioni classificate in tre temi principali del progetto: People, Place, Platform.



Figura 1- SharingCities Measures

Il tema Place racchiude le diverse aree di competenza di una Smart City, e include la riqualificazione energetica di edifici pubblici e privati, l'utilizzo di isole di ricarica comprensive di colonnine, pannelli fotovoltaici e accumuli, l'innovativo uso dei lampioni per l'installazione di sensoristica atta ad acquisire numerose misure per il monitoraggio ambientale.

Nell'ambito Place, Siemens è uno dei partner strategici del progetto SharingCities. L'utilizzo della sua piattaforma Monet e le estensioni realizzate nell'ambito del progetto consentiranno di realizzare importanti innovazioni, due delle quali saranno descritti di seguito: il monitoraggio ambientale utilizzando la rete LoRaWAN presente nell'area di Porta Romana e l'ottimizzazione energetica per controllare i consumi in un edificio pubblico trasformato in SEU (Sistema Efficiente di Utente).

Di seguito sarà riportata una descrizione generale della piattaforma Monet, nei capitoli successivi si analizzerà:

- il sistema per l'acquisizione dei dati ambientali ed energetici, basato sull'Internet of Things
- l'applicazione del motore di gestione degli algoritmi per l'ottimizzazione dei consumi energetici.

## LA PIATTAFORMA MONET

La piattaforma Monet è utilizzata all'interno del progetto SharingCities come piattaforma di raccolta di tutti i dati energetici e ambientali generati nell'ambito del tema PLACE.

Dalla piattaforma è possibile estrarre o/visualizzare i dati acquisiti o elaborati, presentati tramite report dedicati di tipo energetico o tramite diversi grafici studiati appositamente per la parte ambientale.

### Modello architetturale di Monet

La piattaforma Monet, basata su un concetto di *multitenant*, offre i suoi servizi ai diversi *stakeholder*, è in grado di interfacciarsi a dispositivi di diversi produttori ed è in grado di interagire con altri sistemi di gestione degli *asset*, come per esempio i sistemi di rete, i sistemi per la gestione della mobilità elettrica e il sistema per l'illuminazione pubblica.

Il sistema Monet è progettato secondo un modello architetturale a micro-servizi che ben si presta a sfruttare le potenzialità in termini di affidabilità e scalabilità offerte dalle più moderne piattaforme Cloud.

Il modello architetturale include quattro diversi livelli: Field Devices Tier, Front End Tier, Business Logic Tier, and il Presentation Tier.

#### *Field Devices Tier*

Il Field Device Tier è dedicato all'interfaccia tra dispositivi e sistemi di campo e il sistema Monet in Cloud.

Monet espone interfacce standard secondo il modello Internet of Things, in

particolare supporta i protocolli REST e MQTT (“Message Queuing Telemetry Transport”) che consentono a dispositivi “IoT ready” di collegarsi direttamente. MQTT (www.mqtt.org) è un protocollo di trasporto di messaggi di tipo publish/subscribe estremamente leggero e adatto agli scenari IoT.

Nel caso i sistemi o i dispositivi che devono connettersi a Monet non supportino il protocollo MQTT, il componente Monet Gateway fornisce un’infrastruttura per ospitare “on-premise” driver di comunicazione tra protocollo nativo del dispositivo/sistema ed Monet tramite MQTT.

Il gateway Monet fornisce una infrastruttura comune con alcune funzionalità di base, come lo scarico dal sistema centrale della configurazione del

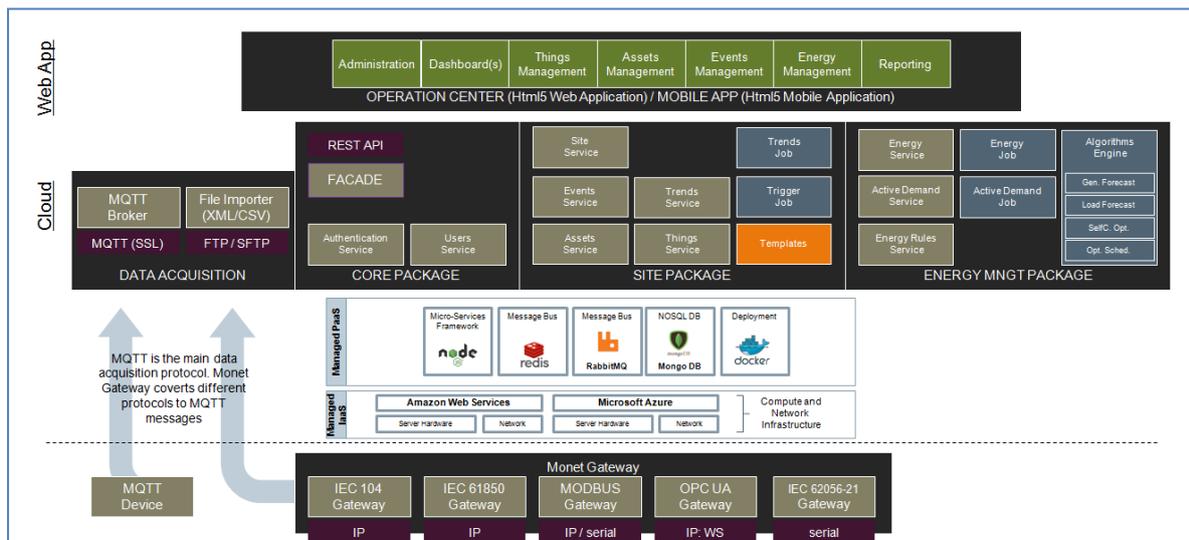
Logic utilizzando il Front End Tier, costituito da un componente di acquisizione dati che riceve informazioni dal Field Device Tier; qui l’adozione di un database non relazionale (MongoDB) garantisce la flessibilità e le prestazioni necessarie per integrare diverse tipologie di dispositivi e sistemi.

*Business Logic Tier*

Il Business Logic Tier include i servizi che implementano le logiche applicative ed espongono le interfacce verso le applicazioni client. Questo livello può essere diviso in due sotto Inolte vi sono i processi che implementano gli algoritmi di analisi dei dati partendo dai dati grezzi.

*Presentation Tier*

Il Presentation Tier è costituito da



**Figura 2 - Architettura della piattaforma Monet**

campo.

Nel progetto SharingCities, il Field Device Tier assume notevole importanza ed è stato sviluppato ulteriormente per supportare la connettività innovativa utilizzata dal Comune di Milano.

*Front End Tier*

Il Front End Tier segue il paradigma dell’"Internet of Things". I sistemi o i dispositivi possono comunicare dei cambi di stato o dei valori direttamente al componente presente a livello di Business

applicazioni Web HTML5 che possono essere eseguite su diversi dispositivi e sistemi applicativi, compresa un’app dedicata per Smartphone iOS e Android. La figura 2 riporta il dettaglio dell’architettura finora descritta.

**MONET E L’ACQUISIZIONE DATI**

All’interno del tema PLACE del progetto SharingCities, la piattaforma Monet, ospitata su uno spazio apposito sul cloud Microsoft Azure, è dedicata a raccogliere i

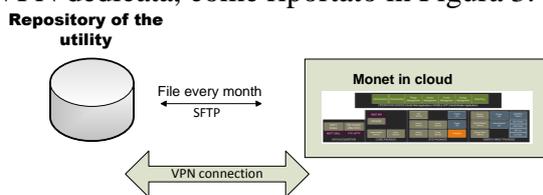
dati che provengono da diverse sorgenti:

- alcune afferenti a sistemi già esistenti (ad esempio i dati energetici dei singoli appartamenti e delle parti comuni degli edifici pubblici e privati);
- alcune rappresentate da dispositivi di nuova installazione che appartengono alla classe degli apparati tradizionali (ad esempio dispositivi con modalità di trasmissione via onde radio ad un concentratore locale);
- altre rappresentate da dispositivi IoT “enabled”, ovvero dispositivi già predisposti per un collegamento verso il mondo cloud.

### Acquisizione periodica dei consumi

Nel building pubblico prescelto dal Comune di Milano sono presenti alcune di queste sorgenti, in particolare quella riguardante il consumo energetico dei singoli appartamenti e delle parti comuni. I consumi, rappresentati dai valori quarti orari dei contatori installati dalla utility locale e di loro competenza, sono inviati in forma anonima al sistema Monet, una volta al mese, tramite una comunicazione dedicata tra sistemi.

La comunicazione è rappresentata da uno scambio di dati tramite interrogazione da parte del sistema Monet verso il sistema predisposto della utility, all'interno di una VPN dedicata, come riportato in Figura 3.



**Figura 3 - Schema acquisizione dati consumi elettrici per appartamenti e usi comuni pre-retrofit edificio pubblico**

Lato Monet, è stato configurato in ambiente cloud un gateway dedicato, in modo da rendere facilmente acquisibili i dati dei contatori dei singoli appartamenti.

### Acquisizione dei dati ambientali

All'interno del building pubblico, durante la fase pre-retrofit, ovvero la fase di

monitoraggio prima dell'effettiva riqualificazione dell'edificio, è prevista l'installazione in 19 dei 63 appartamenti dei sensori ambientali, atti a raccogliere i dati di:

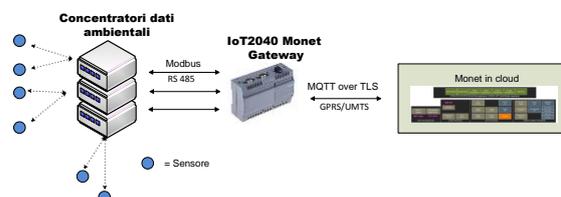
- temperatura
- umidità
- CO<sub>2</sub>

I dati dei sensori installati negli appartamenti sono raccolti da un sistema locale, posto in una stanza dedicata a piano terra, rappresentato da tre concentratori che raccolgono i dati trasmessi tramite onde radio.

I dati nei concentratori possono essere scaricati periodicamente, tuttavia doveva essere realizzata la possibilità di avere i dati visualizzati immediatamente e senza interventi sul campo. Il sistema Monet è stato quindi utilizzato, nella sua componente Gateway locale, per interfacciare tramite protocollo Modbus seriale, i concentratori presenti nell'edificio.

I dati raccolti dal concentratore, con campionatura ogni 10 minuti, sono poi inviati al sistema Monet in cloud tramite protocollo MQTT over TLS, inizialmente prevedendo un modem con SIM e connessione GPRS/UMTS.

Nella Figura 4 è riportato lo schema di acquisizione in atto.



**Figura 4 - Schema acquisizione dati ambientali in edificio pubblico**

Per effettuare il paragone con i dati ambientali presenti al di fuori degli appartamenti, è presente una centralina meteorologica avanzata, in grado di raccogliere una vasta gamma di valori ambientali. In aggiunta a quelli già raccolti dai sensori di appartamento, la centralina

consente di raccogliere:

- Temperatura interna ed esterna
- Umidità relativa
- Radiazione globale e diretta
- Luminosità
- Pioggia
- Pressione
- Direzione vento
- Velocità vento

La centralina meteorologica monitorizza in continuazione i parametri importanti e li invia, con cadenza ogni 10 minuti, al sistema Monet in cloud tramite protocollo sftp, come riportato in Figura 5.

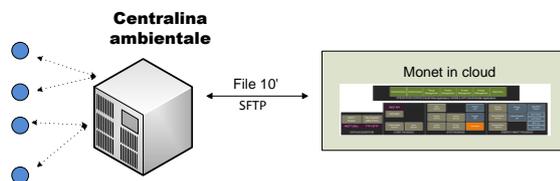


Figura 5 – Schema acquisizione dati centralina ambientale

Il sistema Monet in cloud presenta il layer di Front End che espone, tra i vari servizi, una funzionalità che implementa un meccanismo semplice a plugin, per consentire l'adattamento veloce del "righello" di un file al caricamento nel sistema stesso.

In questo modo il sistema Monet si adatta facilmente al caricamento periodico di qualsiasi file proveniente dal campo.

### SharingCities e l'utilizzo della rete LoRaWAN

Nell'ambito dell'intero progetto SharingCities, il Comune di Milano, dopo un periodo iniziale di sperimentazione, ha deciso di utilizzare la tecnologia LoRaWAN, fornita da uno dei partner del progetto.

Lo scopo primario del CdM è evitare l'utilizzo di SIM e della rete GPRS/UMTS, che presenta già criticità di utilizzo all'interno della città per l'alta concentrazione di dispositivi mobili all'interno delle celle cittadine, sfruttando una nuova tecnologia a disposizione della città.

LoRaWAN è un protocollo specifico costruito sulla base della tecnologia LoRa sviluppata dalla LoRa Alliance.

Il protocollo utilizza lo spettro radio della banda ISM per consentire la comunicazione tra i sensori remoti e i gateway collegati alla rete, a basso consumo e lungo raggio, su vasta area. Questo approccio mira a creare uno standard per la costruzione di una LPWAN (rete a lungo raggio e basso consumo) basata su un sistema hardware e software che è bi-direzionale, sicuro, interoperabile e in grado di fornire localizzazione precisa dei sensori senza l'uso di GPS.

Uno schema di riferimento della rete LoRaWAN è riportato nella Figura 6.

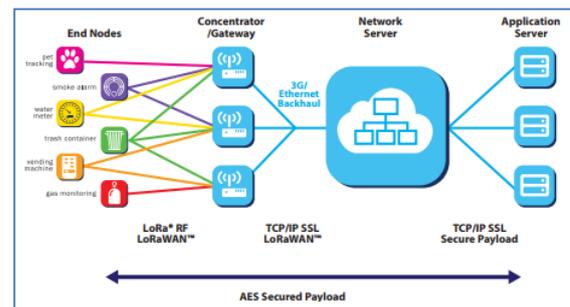


Figura 6 – Architettura rete LoRaWAN

Le caratteristiche principali della tecnologia LoRa sono le seguenti:

**Geolocalizzazione** - consente la localizzazione senza necessità di GPS e a basso consumo.

**Basso costo** - riduce i costi sotto tre aspetti: costo dell'infrastruttura, spese di mantenimento, costo dei sensori.

**Standard** - garantisce l'interoperabilità a livello globale.

**Bassa potenza** progettata specificamente per il basso consumo, la tecnologia LoRa permette di ottenere una durata delle batterie dei sensori fino a 20 anni.

**Lungo raggio** - consente una gittata fino a 50 km nelle zone rurali ed una profonda

penetrazione nelle aree urbane o indoor.  
*Sicurezza* - la trasmissione dei dati viaggia in modalità crittografata end-to-end.

### Monet e la rete LoRaWAN

Per l'edificio pubblico interessato dall'installazione dei sensori ambientali di tipo tradizionale, Siemens ha quindi realizzato un gateway adatto alla comunicazione tramite rete LoRaWAN.

L'apparato utilizzato è il dispositivo di Siemens Simatic IoT2040, un pc industriale molto flessibile ed espandibile. Su questo dispositivo è stato ricompilato il software, basato su Node.js, che compone il gateway locale della piattaforma Monet. Inoltre il dispositivo è espandibile utilizzando gli Shield Arduino, caratteristica interessante per gli scopi prefissati.

Per realizzare la compatibilità con il protocollo LoRaWAN si è quindi deciso di utilizzare un "Node" shield, che contiene il chip Semtech che realizza i livelli bassi del protocollo LoRaWAN. I segnali di controllo, i comandi e i dati passano quindi attraverso i connettori collegati all'espansione installata.

L'IoT2040 acquisisce quindi i dati con protocollo Modbus (o altro protocollo supportato, come 62850, 104, OPC UA)

attraverso una delle porte seriali e li trasmette sulla rete tramite la Shield "Node".

La nuova configurazione quindi che si applicherà all'edificio pubblico per l'acquisizione dei dati ambientali, ma non solo (come vedremo nella seconda parte) è realizzata dallo schema di Figura 7.

La configurazione utilizzata per l'edificio pubblico, all'adozione della rete LoraWAN, potrà essere utilizzata anche per collegare la centralina ambientale, che attualmente non supporta questo tipo di comunicazione. In questo caso, il dispositivo gateway di Monet sarà installato nella centralina stessa, collegandosi a uno dei protocolli esistenti e comunicando tramite rete LoRa al sistema Monet in cloud.

Il sistema Monet in cloud normalmente presenta un MQTT Broker che gestisce:

- il ricevimento di dati da parte dei dispositivi di campo che pubblicano le misure interfacciate;
- la pubblicazione di richieste di comandi cui dispositivi di campo devono sottoscrivere per riceverle.

Per supportare l'interfacciamento al network server LoRaWAN, la piattaforma Monet è stata estesa con un modulo che

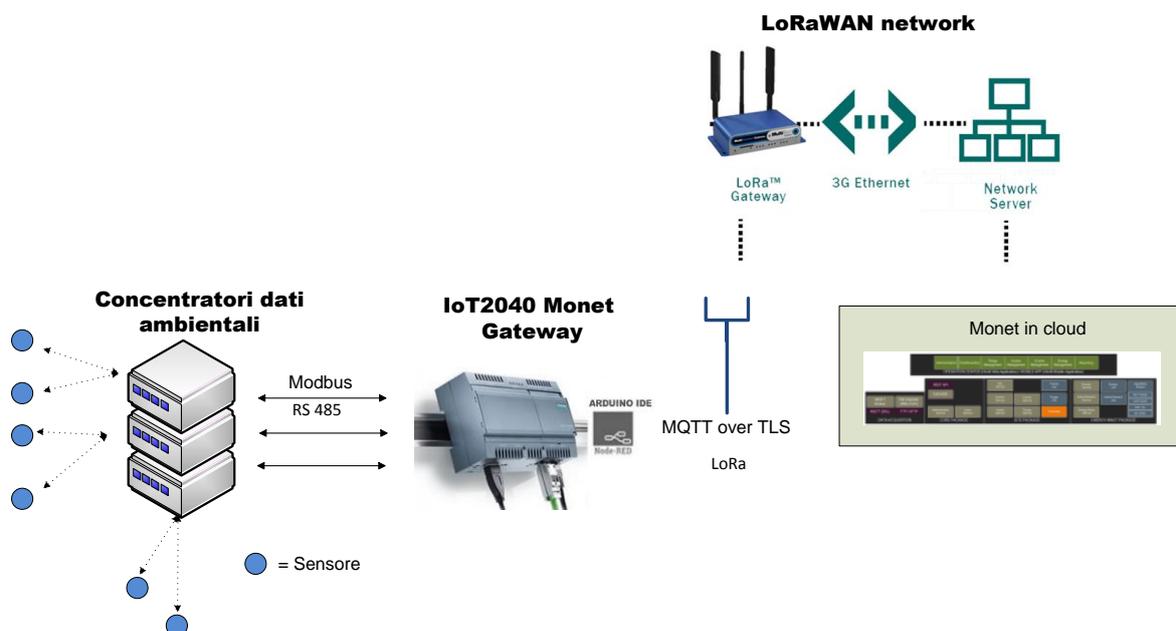


Figura 7 – Schema acquisizione dati basato su rete LoRaWAN

realizza un MQTT client che si sottoscrive ai *feed* pubblicati dal server, a loro volta *mirror* dei dati derivanti dal campo.

Inoltre è stato sviluppato un convertitore di payload MQTT per i dispositivi di campo LoRaWAN nativi utilizzati all'interno del progetto SharingCities, installati sui lampioni dell'area interessata, che rilevano a loro volta diversi valori ambientali.

In questo modo la piattaforma Monet in cloud è in grado di ricevere i dati:

- dai gateway Monet locali installati in campo, a sua volta interfacciati con i dispositivi tradizionali;
- dai dispositivi LoRaWAN nativi, con payload specifico.

Il sistema Monet sarà poi in grado di utilizzare i dati provenienti dagli appartamenti e dagli spazi comuni dell'edifici, dalla centralina ambientale e dai dispositivi installati sui lampioni per mettere a paragone i dati del pre e del post-retrofit dell'edificio pubblico.

## MONET E L'OTTIMIZZAZIONE DEI CONSUMI

La piattaforma Monet, utilizzando la modellizzazione di elementi di base come i pannelli fotovoltaici o l'accumulo elettrico, realizza gli algoritmi di ottimizzazione del consumo energetico, secondo la minimizzazione del costo complessivo dell'energia o/e la minimizzazione dello scambio energetico con la rete di distribuzione.

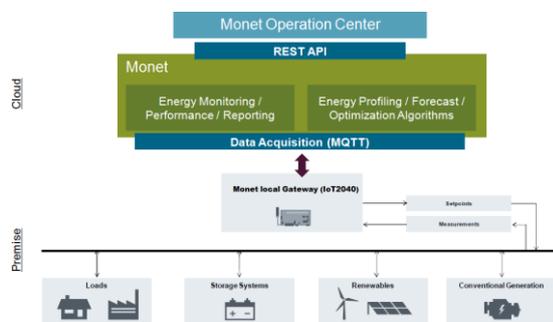


Figura 8 - Monet per l'ottimizzazione dei consumi

Tali ottimizzazioni, che rappresentano il cuore del sistema di gestione dei carichi energetici, possono essere applicate a situazioni differenti: la gestione dell'edificio, dove l'utilizzo di un accumulo energetico consente di compiere livellamento di picchi di carico, oppure le isole di ricarica, dove la ricarica può essere differita nel tempo per sfruttare l'energia rinnovabile proveniente dal pannello fotovoltaico, con l'obiettivo primario di soddisfare i vincoli di ricarica del proprietario del veicolo.

Nel dettaglio di seguito sarà descritto l'approccio per l'ottimizzazione del consumo energetico delle parti comuni dell'edificio pubblico oggetto di riqualificazione energetica all'interno del progetto SharingCities.

## Studio per riqualificazione dell'edificio pubblico

Nell'ambito del progetto SharingCities, la piattaforma Monet svolge il suo maggior ruolo nel monitoraggio e ottimizzazione dei consumi energetici, sia elettrici sia termici.

Per poter operare in questa direzione, è necessario che vi sia la possibilità di agire e di gestire una certa flessibilità energetica, in modo da poter effettuare delle operazioni di peak-load shifting all'interno della giornata.

L'edificio pubblico, destinato alla riqualificazione energetica, presenta una situazione pre-retrofit come nella Figura 8.

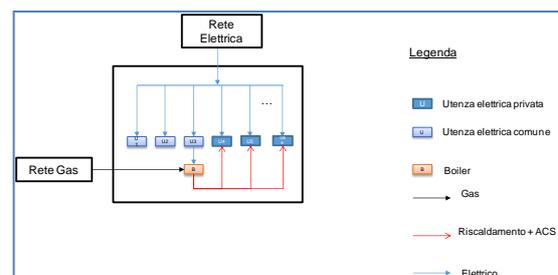
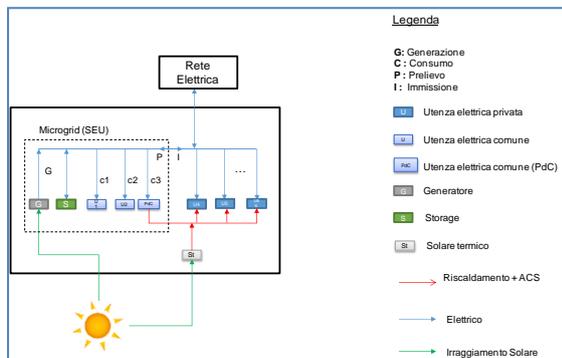


Figura 9 - Schema attuale edificio pubblico

Lo studio per la riqualificazione energetica dell'edificio pubblico era già avviato da tempo, la sua progettazione comprendeva le pompe di calore, il solare termico e l'installazione di pannelli fotovoltaici, utili a coprire i fabbisogni energetici delle parti comuni.

Tuttavia l'idea emersa è stata quella di poter inserire anche uno storage di taglio piccolo (inferiore ai 90kWh) per applicare tramite la piattaforma Monet degli algoritmi di ottimizzazione energetica o svilupparne di nuovi che tengano conto della struttura del building post-retrofit.

Lo schema post-retrofit è riportato in Figura 9.



**Figura 10 - Schema futuro edificio pubblico**

In questa direzione, Siemens ha collaborato con il Politecnico di Milano e il Comune di Milano a definire il possibile dimensionamento dello storage da inserire nell'edificio pubblico dopo la riqualificazione energetica.

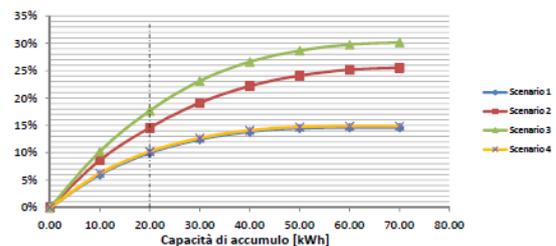
L'analisi che è stata eseguita da Siemens era indirizzata a calcolare le quote di autoconsumo ottenibili a seguito di differenti scenari di generazione, carico e accumulo. A valle di questa analisi sono state identificate delle matrici di sensitività per aiutare il Comune di Milano e il Politecnico nella scelta progettuale finale.

Le curve di carico sono state ricavate sulla base dei dati storici forniti dalla società di distribuzione e sulla base dei profili orari medi mensili di temperatura esterna della

città di Milano. Una volta definite le curve, è stato possibile creare le matrici di sensitività facendo variare la potenza del generatore fotovoltaico da 0 a 24kWp e considerando per ognuno di questi casi un taglio di storage differente, da 0 a 70kWh.

I diversi scenari analizzati consideravano differenti curve orarie di carico elettrico relative alle utenze di uso comune: usi elettrici comuni (luci scale ed esterne, ascensori), usi elettrici ventilazione (macchine di ventilazione, una per ogni corpo scala), usi elettrici riscaldamento (PdC incluse pompe di calore), usi elettrici ACS (PdC e/o caldaia, incluse pompe di calore).

Il risultato dell'analisi ha evidenziato che un taglio di batteria di 70kWh risultava ottimale dal punto di vista della massimizzazione dell'autoconsumo di energia elettrica prodotta dal fotovoltaico. Tuttavia, si è convenuto per un taglio iniziale di 20kWh, ottimale nel caso in questione in quanto implica un minor costo di investimento iniziale, garantendo comunque un significativo aumento dell'autoconsumo e permettendo in futuro di studiare diverse logiche di controllo dell'impianto a servizio dell'edificio e della città.



**Figura 11 – Grafico complessivo con diversi scenari e taglie di accumulo**

**Monet e il motore degli algoritmi di ottimizzazione**

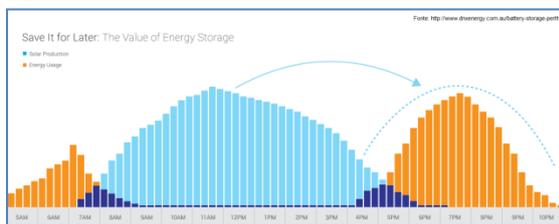
Nel contesto precedentemente descritto, la piattaforma Monet trova la sua applicazione ideale, sfruttando al meglio il motore degli algoritmi che rappresenta il cuore del sistema.

Il motore degli algoritmi permette, tramite un'architettura a *plugin*, di aggiungere nuovi algoritmi anche di terze parti, racchiusi da un Java Script. Gli algoritmi possono essere scritti anche in MATLAB o CIPLEX, la piattaforma mette a disposizione delle interfacce definite per colloquiare con il campo e controllarlo. Gli algoritmi possono essere poi attivati sulla base di Scenari (definiti in base ad un calendario) oppure di Modi di utilizzo.

Per la gestione del building post-retrofit, saranno sviluppati almeno due algoritmi differenti, volti a:

- Minimizzare l'interscambio di energia con la rete, massimizzando l'autoconsumo
- Minimizzare il costo complessivo dell'energia pagata dal Comune di Milano, sulla base della tariffa in uso per l'edificio pubblico

L'applicazione del primo algoritmo, volto al peak-load shifting, consentirà di ottenere un profilo come quello riportato in Figura 11.



**Figura 12 - Profilo di esempio di peak-load shifting**

Per ottenere i migliori risultati, sarà necessario verificare e validare due ulteriori algoritmi in fase di ottimizzazione:

- l'algoritmo relativo al previsionale della generazione del fotovoltaico (PV Forecast Algorithm) che consenta, sulla base delle caratteristiche dei pannelli fotovoltaici (potenza nominale, posizione, dimensione, inclinazione) e dei dati di previsione meteo, di generare la curva previsionale di produzione fotovoltaica per le prossime 24 ore;

- l'algoritmo di previsione del carico che, sulla base dei dati storici di consumo e sulla base dei dati ambientali (temperatura esterna, consumo di energia del HVAC), possa generare la curva previsionale di carico delle prossime 24 ore.

### **Monet e l'edificio pubblico**

L'effettiva realizzazione del building secondo quanto progettato è oggetto di intervento nella seconda metà del prossimo anno, quando sarà possibile iniziare il monitoraggio e il controllo da parte del sistema Monet.

Tutte le misure saranno monitorate in tempo reale tramite il sistema e utilizzeranno la rete LoRaWAN per la trasmissione. Anche il controllo avverrà tramite rete LoRaWAN in quanto certificata di classe C e quindi già pronta alla bi direzionalità di gestione.

### **Conclusioni e sviluppi futuri**

All'interno del progetto SharingCities la piattaforma Monet trova la sua naturale applicazione, mostrando la flessibilità necessaria per gestire situazioni di campo molto diverse.

La possibilità di utilizzare un gateway locale che possa adattarsi al "brown field", ovvero ad un campo con un parco installato esistente che supporta protocolli tradizionali di comunicazione di dispositivi, rende la soluzione utile per introdurre l'Internet of Things laddove i costi di sostituzione non sono affrontabili ma si vuole comunque migrare verso sistemi di gestione basati sulle nuove tecnologie di connettività (MQTT) e di trasporto (LoRaWAN).

Il motore degli algoritmi, cuore della piattaforma in cloud, offre un ambiente utile per sviluppare soluzioni da poter utilizzare in contesti diversi o negli stessi contesti con condizioni al contorno differenti.