

fOCUS



Misura e Verifica: applicazioni e nuovi approcci

Daniele Forni
Responsabile tecnico - FIRE

La misura e verifica (M&V) è quell'attività che partendo da dati misurati permette di valutare i risparmi delle risorse, di solito energetiche, ma anche idriche, riduzione delle emissioni, etc.

Le applicazioni della M&V possono essere molteplici, di solito legate alla gestione dell'energia, dalle buone prassi fino a sistemi di gestione dell'energia certificati, contratti con garanzie di prestazioni - in cui la valutazione del "risparmio" regola in tutto o in parte i corrispettivi da riconoscere al fornitore - e meccanismi di supporto per l'efficienza con valutazione ex post dei risultati ottenuti.

L'uso della M&V nei sistemi di gestione dell'energia certificati ISO 50001 ha aumentato l'attenzione del e sul mondo della M&V: da una parte la versione 2012 di IPMVP Core Concepts contiene alcune indicazioni proprio sulle applicazioni nell'ambito della ISO 50001 e la terminologia di Core Concepts 2016 è stata avvicinata a quella della ISO 50001, un percorso di armonizzazione che continuerà con la revisione attualmente in corso. Dall'altra sono partiti vari tavoli ISO su norme legate ad aspetti diversi della M&V, che hanno portato a tre nuove norme tecniche nella sola famiglia 500xx (50006, 50015 e 50047) e ad altre in ambiti diversi.

focus

La diffusione dei cosiddetti contatori intelligenti, che consentono di prelevare le misure con maggiore frequenza (periodicità giornaliera per gli utenti più piccoli di energia elettrica e gas naturale e per gli altri utenti quartodioraria o - per il gas naturale - oraria) apre nuove prospettive nella gestione di edifici e impianti. Sono stati sviluppati diversi approcci, che vanno sotto il nome di M&V 2.0, per analizzare le grandi moli di dati che si sono resi disponibili, di interesse per utility che abbiano programmi di efficienza per i loro clienti - come spesso accade all'estero - o per chi deve gestire un certo numero di forniture, come ad esempio energy manager, ESCO, società di gestione calore, etc. Per gli utenti più esperti, già abituati a fare considerazioni sull'incertezza della del risparmio, letture così ravvicinate possono creare qualche grattacapo, perché le formule normalmente utilizzate per valutare l'incertezza la sottostimano.

L'installazione di contatori intelligenti per il gas naturale dovrebbe completarsi il prossimo anno, ma la disponibilità di dati acquisiti con maggior frequenza sta influenzando gli approcci alla M&V nei contratti, con un maggior ricorso al backcasting, in cui il modello non viene creato con i dati del periodo di riferimento (approccio "consumo evitato"), ma con i dati del periodo di

rendicontazione, disponibili quindi con maggior frequenza di campionamento e minori lacune. Si riduce così l'incertezza sul risparmio e in molti casi si semplifica gli aggiustamenti straordinari, che sono diventati di particolare attualità a seguito del lockdown.

Una buona M&V dovrebbe permettere di discernere quale parte dei consumi è dovuta a un minor utilizzo dell'edificio/impianto, quale a mutate regolazioni/requisiti (es. maggior ventilazione, assenza di ricircolo dell'aria, apertura finestre) e quali agli interventi di efficienza energetica. Va anche considerato che situazioni come quella di inizio 2020 potranno ripetersi e non si potrà farsi trovare impreparati. Una maggiore attenzione alla M&V sarà quindi una necessità, anche perché verosimilmente ci sarà maggior attenzione a questi temi nella stesura dei contratti.

Ricordo infine gli eventi dedicati alla M&V organizzati da FIRE nel 2020: il webinar di luglio "[La misura & verifica e gli eventi non ordinari](#)" e l'ormai classico [appuntamento](#) di novembre organizzato all'interno di Key Energy e dedicato alla M&V.



Advanced Measurement & Verification e IPMVP

Lia Webster
Facility Energy Solutions LLC

Jessica Granderson, Samuel Fernandes, Eliot Crowe and Shankar Earni
Lawrence Berkely National Laboratory

Negli ultimi anni, si è avuto un interesse sempre crescente nell'ambito della misura e verifica avanzata (Advanced M&V), talvolta denominata come M&V 2.0. Le applicazioni avanzate di M&V sono caratterizzate dall'uso di dispositivi di misura di energia e acquisizione dati in scale temporali più fini con accesso quasi in tempo reale e dalla capacità di elaborazione di grandi volumi di dati tramite analisi avanzate per fornire un riscontro più accurato e tempestivo sulle stime delle prestazioni energetiche e dei relativi risparmi.



L'approccio IPMVP di base resta invariato per la M&V avanzata, ma la maggiore disponibilità di dati acquisiti a brevi intervalli dai contatori offre numerosi vantaggi, quali:

- La verifica dei risparmi in un lasso di tempo più breve (ad esempio, meno di tre mesi dopo il completamento del progetto di efficienza, a seconda della fonte e della tempistica del risparmio).
- La visibilità dei risparmi a una soglia inferiore (ad esempio, la capacità di ottenere il 5% di risparmio utilizzando i dati orari forniti dal contatore, invece di un risparmio superiore al 10% utilizzando dati mensili).
- Possibilità di caratterizzare quantitativamente il risparmio energetico stagionale per ora del giorno e/o giorno della settimana.

Fattori trainanti della M&V avanzata

L'evoluzione della M&V avanzata negli ultimi dieci anni è stata guidata da diversi fattori trainanti. In molti mercati, il miglioramento della gestione della rete elettrica per la sicurezza nazionale e la resilienza affinché si abbiano una risposta più rapida ed un migliore monitoraggio e controllo delle attività della rete è il motivo principale che porta ad investire nelle infrastrutture necessarie per l'installazione dei cosiddetti contatori intelligenti. Altrove, le azioni legislative, gli ordini esecutivi e le decisioni delle commissioni dei servizi pubblici hanno guidato la politica che richiede l'utilizzo della misurazione dei dati relativi ai servizi pubblici per tenere conto degli impatti del programma di gestione lato domanda.

Allo stesso tempo, la disponibilità di dati sull'infrastruttura di misurazione avanzata (AMI) è stata sfruttata dall'industria privata, con il conseguente rapido sviluppo di software e strumenti analitici, tra cui vari sistemi di gestione dell'informazione energetica.

Dato i diversi fattori trainanti che caratterizzano il processo di M&V avanzata, è utile considerarlo più come un insieme di applicazioni piuttosto che come unico approccio. Ora che gli approcci ed i metodi di modellazione di base sono più diffusi, il potenziale della M&V avanzata, può essere sviluppato tenendo conto di varie casistiche, ciascuna con la propria importanza, tra cui: monitoraggio delle prestazioni e riduzione dei costi per i proprietari di edifici ed energy manager, pagamento per prestazioni (P4P), approccio aggregato, M&V integrato nell'utility ed M&V integrato da terze parti.

Mentre il software può automatizzare molte delle fasi di analisi dei dati relative al processo M&V, il processo M&V avanzato, nel suo insieme non può essere completamente automatizzato, ed inoltre non è un approccio "una taglia unica adatta a tutti" che rende obsoleti i metodi di M&V esistenti.

Varietà di modelli, incertezza dei risparmi e accuratezza del modello

I risparmi calcolati con gli strumenti di M&V avanzati si basano sul tipo di modello empirico utilizzato, sulla frequenza dei dati energetici utilizzati, variabili indipendenti incluse, e su specifici aggiustamenti

tecnici effettuati applicando la metodologia. I risparmi calcolati per un determinato sito e l'incertezza nelle stime varieranno a seconda dello strumento utilizzato e dell'approccio adottato dal professionista.

Anche se gli strumenti variano in modo sostanziale, sono generalmente basati su due tipi di modello: "punto di cambio"(change-point) e "ora della settimana e temperatura" (Time-Of-Week and Temperature). Questi modelli si basano su regressioni lineari degli usi energetici rispetto alla temperatura dell'aria esterna e sono apprezzati dai professionisti in quanto si sono dimostrati efficaci, intuitivi e limitano l'errore predittivo generale.

Gli approcci di modellazione variano in base al progetto, ma la selezione del modello più accurato richiede in genere la valutazione di più forme di modello per determinare l'opzione migliore. La selezione dovrebbe essere basata sia su criteri statistici che sulla conferma delle relazioni attese tra i dati. Le relazioni tra la temperatura dell'aria esterna e i carichi di riscaldamento e raffreddamento negli edifici sono fondamentalmente lineari, sebbene le risposte alla temperatura variano a seconda dell'edificio e della modalità operativa. Questo legame con la fisica nota degli edifici contribuisce alla propensione del settore industriale verso l'utilizzo di questi modelli lineari.

L'unico errore che è tipicamente quantificato nei metodi di M&V basati sull'utilizzo di contatori è l'errore derivante dai modelli energetici empirici, da qui l'intensa attenzione posta sulla corretta valutazione del modello. Gli errori di misu-





razione non vengono solitamente applicati ai metodi di misura che utilizzano contatori del distributore/venditore ed inoltre anche i dati AMI sono considerati privi di errori di misurazione una volta convalidati dal distributore/venditore; l'errore di campionamento si applicherebbe solo in fase di valutazione.

In realtà, ovviamente, esistono altre fonti di errore e includono:

- Dati energetici mancanti o irregolari.
- Problemi nei valori delle variabili indipendenti come ad esempio la fonte dei dati meteorologici locali.
- Metodi utilizzati per trattare i dati mancanti/anomali.
- Estrapolazioni oltre i limiti del modello.
- Specificazione errata del modello (ad esempio, specificare un modello a "punto di cambio" in 3 parametri rispetto a uno a 5 parametri, omettere un'importante variabile di produzione, overfitting da dati insufficienti o ad esempio lasciare una tendenza residua inspiegabile).
- Date selezionate per periodi di riferimento e di rendicontazione.
- Eventi straordinari ed eventuali successivi aggiustamenti.

Uno dei principali vantaggi dei metodi basati sui dati acquisiti a brevi intervalli rispetto ad altri approcci di M&V è stato la capacità di calcolare l'incertezza delle stime di risparmio sulla base degli indici statistici dei modelli energetici, spesso utilizzando la metrica dell'"Incertezza frazionaria del risparmio" (FSU) o la precisione relativa del modello. La FSU quantifica l'incertezza del risparmio per modelli che siano validi. Sfortunatamente, gli attuali calcoli della FSU non sono affidabili quando si utilizzano dati sull'uso energetico orario o giornaliero e tendono a sottostimare l'incertezza.

Questo divario nelle metriche di incertezza può essere mitigato assicurando che i modelli siano il più accurati possibile.

Eventi e aggiustamenti straordinari

Gli eventi straordinari (NRE) sono cambiamenti nell'uso di energia dovuti a modifiche nelle caratteristiche del sito, a "fattori statici" che non vengono utilizzati nei modelli energetici empirici o sono relativi al progetto energetico. Le modifiche tipiche ai fattori statici in un sito includono cambiamenti significativi nel numero di occupanti e negli orari di occupazione, cambiamenti operativi significativi, arresti o rimozioni delle apparecchiature, periodi di manutenzione, modifiche agli spazi utilizzati, aggiunta di pannelli solari o persino cambiamenti nella taglia dell'impianto. Questi cambiamenti inattesi nell'uso dell'energia sono la complicazione più significativa affrontata dagli approcci di M&V basati sull'utilizzo di contatori.

Le attuali strategie per identificare gli eventi straordinari includono specifici metodi di visualizzazione dei dati, nonché approcci analitici come l'analisi dei residui del modello e l'uso di specifici indici di diversità per segnalare le irregolarità. Una volta che un potenziale evento straordinario viene identificato, quale azione è necessaria? Dipende da quando si è verificato l'evento, dalla sua durata e dal livello di impatto sul consumo di energia. Una telefonata al sito per chiedere informazioni sulle operazioni può far risparmiare tempo nel valutare la fonte dell'evento. Le anomalie minori a breve termine sono meno preoccupanti dei cambiamenti duraturi significativi. Allo stesso modo, gli eventi straordinari che si verificano durante il periodo di riferimen-

to sono affrontati più prontamente (se identificati durante lo sviluppo del modello di riferimento) rispetto ai cambiamenti che si verificano durante il periodo di funzionamento. Se un potenziale evento straordinario ha un impatto "abbastanza significativo", può essere necessario un aggiustamento straordinario.

Se l'impatto sui risparmi richiede un'azione, è necessario identificare la causa principale del cambiamento.

Decisioni future sull'IPMVP

Il contesto industriale si sta evolvendo rapidamente con implicazioni per le future applicazioni di metodologie di M&V avanzate. Al di là dei fattori che determinano un accurato risparmio energetico in termini di tempo di utilizzo, l'aggiunta rapida degli sforzi per il demand response e le nuove risorse della generazione distribuita (DG) (ad esempio, veicoli elettrici) complicherà i metodi noti. L'utilizzo di contatori di energia è fondamentale per tutti questi sforzi e richiederà il coordinamento di più baseline. Inevitabilmente la necessità di una "M&V integrata" per delineare i risparmi ottenuti dall'efficienza energetica, dalla demand-response e dalla generazione distribuita, richiederà l'evoluzione degli approcci di M&V.

I metodi dell'opzione C che utilizzano dati mensili continuano ad essere utilizzati nell'ambito del gas naturale e di altri combustibili. I dati sul consumo di carburante sono generalmente limitati in termini di



granularità e frequenza di raccolta, ma la situazione sta migliorando nel tempo. Le strategie possono evolversi con l'evoluzione dei contatori atti alla misurazione del gas naturale, ma la direzione sarà probabilmente influenzata dalla contabilizzazione delle emissioni e dagli sforzi per la decarbonizzazione degli edifici.

Gli sviluppi tecnici nei metodi di modellazione e nei software stanno migliorando l'accuratezza dei modelli energetici, compresa l'introduzione di metodi open source nuovi ed aggiornati ed il lancio del portale di EVO per confrontare oggettivamente gli strumenti di M&V avanzata. Una guida tecnica, casi studi di programmi pilota ed esempi di linguaggio normativo possono fornire indicazioni a coloro che desiderano incorporare una M&V avanzata nel proprio portfolio di progetti o programmi.

IPMVP rilascerà una Guida alle applicazioni sugli approcci avanzati di M&V e sugli eventi straordinari nella primavera [autunno n.d.t.] del 2020 e gli aggiornamenti a Concetti Base IPMVP seguiranno nel 2021. La Guida alle applicazioni fornirà indicazioni più specifiche sulle questioni relative ai metodi avanzati per le applicazioni di efficienza energetica.

Questo articolo è un abstract del White Paper EVO intitolato IPMVP's Snapshot on Advanced Measurement and Verification pubblicato nel gennaio 2020.

La versione integrale è disponibile al link <https://evo-world.org/advanced-measurement-verification-and-ipmvp>



Esperienze di M&V nell'ambito dei bandi pubblici

Fabio Minchio
EGE SECEM

Nell'ambito dei bandi pubblici sono numerose le situazioni in cui l'oggetto di intervento è una riqualificazione energetica. In questo articolo verranno analizzate alcune esperienze di applicazione di M&V e del protocollo IPMVP in questo contesto e le principali criticità riscontrate sul fronte sia della costruzione dei bandi di gara sia della concreta applicazione dei contratti stessi.

Si premette innanzitutto che le esperienze riportate non lo sono a titolo esaustivo, anche in ragione del fatto che tali esperienze si sono moltiplicate nel corso degli ultimi anni.

Nel contesto della M&V alcune applicazioni sono più spinte e citano espressamente la conformità al Protocollo IPMVP. Di sicuro interesse sono i bandi sviluppati nell'ambito dei progetti ELENA, un fondo europeo finanziato da BEI a sostegno della PA finalizzato in particolare ad erogare un contributo a fondo perduto per l'assistenza tecnica, legale e finanziaria a progetti di efficienza energetica che utilizzino i contratti EPC ed il finanziamento tramite terzi come strumento applicativo. Per maggiori dettagli si rinvia a <https://www.eib.org/en/products/advising/elena/index.htm>.

L'accesso a tali strumenti richiede un livello minimo di investimento consistente, pertanto le esperienze italiane su questo fronte sono relative a progetti che aggregano più enti e che hanno consistenza minima dell'ordine di 100 o più edifici e almeno 20-30 mila punti luce complessivi. In Italia i progetti ELENA conclusi sono vari, qui si può trovare l'elenco che si omette per brevità <https://www.eib.org/en/products/advising/elena/projects/index.htm>.

Nel caso di alcuni di questi (ad esempio il Progetto 3L di Provincia di Padova, il progetto Amica-E di Città Metropolitana di Venezia, il progetto GEN-IUS a Genova) il contratto è stato sviluppato come EPC nella forma di concessione mista di lavori e servizi. Il calcolo del canone prevede una garanzia di risultato che si traduce in una variazione diretta dello stesso e non sotto forma di penale; nello specifico allegato

tecnico "Determinazione Risparmi e Canone" viene illustrata la modalità di calcolo dello stesso. La verifica degli obiettivi è basata su un piano di M&V che richiama espressamente i principi del Protocollo IPMVP sia per gli edifici sia per la pubblica illuminazione.

L'algoritmo di calcolo del canone sviluppato nel caso di gare multi-edificio presenta la necessità importante di ridurre la complessità poiché già la struttura contrattuale risulta piuttosto complessa. Pertanto, la scelta si è diretta su una normalizzazione basata su una unica variabile indipendente (gradi giorno di riscaldamento), lasciando le modalità d'uso degli edifici, le ore di utilizzo ecc. come fattori statici per i quali è previsto un aggiustamento straordinario. Il compromesso nell'ottica di una maggiore semplificazione è indispensabile in gare che presentano un centinaio o oltre di edifici, anche in considerazione del fatto che si tratta di esperienze "sperimentali" a livello contrattuale ed un'eccessiva complessità poteva anche fungere da elemento di dissuasione alla partecipazione degli operatori che preferiscono indubbiamente strumenti contrattuali meno vincolanti. L'elaborazione del vero e proprio Piano di M&V è demandata al Concessionario, pur essendo presenti tutti i principi e le caratteristiche del Piano di M&V. E' chiaro che un piano di M&V deve essere costruito sul singolo edificio e questo contrasta con la necessità di gestire insieme numerosi immobili, con già una documentazione di gara molto pesante.

Trattandosi di gare che affidano la gestione dell'intero edificio e con target di risparmio minimi per edificio pari o superiori al 10%, tipicamente l'opzione IPMVP

scelta è l'Opzione C. Per altro una scelta diversa sarebbe sostanzialmente inapplicabile vista la quasi totale assenza di misure specifiche relative ai singoli asset. Si deve anche tener conto che sul parco edifici sono molto rari quelli dotati anche di un impianto di climatizzazione estiva significativo.

La scelta dell'algoritmo è invece legata alla necessità di garantire per la PA l'invarianza di spesa storica, per cui si è adottata il principio di normalizzazione alle condizioni di riferimento; se nelle prime gare la scelta è ricaduta sui Gradi Giorno da norma, nelle ultime gare si è scelto invece un approccio di back-casting (per quanto basato su un dato annuale aggregato).

Più interessante invece è stato lo sviluppo della gara, pubblicata ai primi di settembre del 2020, relativa alla riqualificazione energetica di un importante edificio genovese, il condominio "Matitone", una delle sedi del Comune di Genova. In questo caso l'edificio è uno solo, per quanto in realtà sia molto complessa la suddivisione interna fra consumi delle parti private e consumi condominiali. Nel caso specifico dei consumi condominiali, si è adottata una opzione C, implementando tuttavia un algoritmo di backcasting spingendosi questa volta su una struttura su base mensile. La scelta del back-casting e della base mensile è strettamente legata al fatto che i consumi di climatizzazione estiva e ventilazione in questo caso sono molto rilevanti, e sono disponibili misure ante intervento solo parzialmente. E' chiaro

che in edifici pubblici di questa complessità e senza monitoraggio, non ci sono alternative al back-casting poiché solo ex-post sarà possibile implementare algoritmi sulla base di misure strutturate. Anche in questo caso non è presente un piano di M&V completo, elemento di valutazione delle offerte, ma vi sono tutti gli elementi per costruirlo.

Esperienze analoghe come principio e struttura sono state sviluppate anche negli accordi quadro relativi alla riqualificazione delle centrali termiche promossi dal Consorzio CEV.

Il Progetto 2020 Together

Sempre con riferimento agli edifici, ma al di fuori del contesto ELENA, è senza dubbio interessante l'esperienza sviluppata nel Progetto 2020 Together in Città Metropolitana di Torino (di cui si è parlato nel [*Convegno Fire 2018 dedicato alla M&V*](#)).

Sul piano della Pubblica Illuminazione il contesto pare in apparenza più semplice; le misure spesso infatti ci sono (pur con parecchie difficoltà di ricostruirle) e la verifica delle prestazioni è più immediata anche concettualmente per la PA. In realtà tuttavia non è semplice un'applicazione pura dell'M&V in questo contesto perché l'adozione delle ore di funzionamento o delle ore equivalenti di funzionamento come variabile indipendente non è del tutto pertinente. Da un lato infatti nella situazione ante intervento spesso gli impianti sono eserciti in modo non confor-

me alla norma; dall'altro ex-post la presenza di sistemi di telegestione riduce le ore di funzionamento, ma lo fa anche in ragione di una riclassificazione illuminotecnica delle strade, oggi consentita dalle norme. Il risultato è che i risparmi che si raggiungono sono dell'ordine del 70% rispetto alla baseline in termini assoluti, ma la scelta delle variabili indipendenti e dei fattori statici non è banale. Quello che conta è il livello di servizio e il rispetto delle norme ma non è semplice concretamente tradurre questo concetto in termini di verifica e risparmio. Nei bandi normalmente gli approcci possono essere diversi:

- Si ricalcola una baseline teorica su ipotetiche 4200 ore di funzionamento (scelta non del tutto legittima a mio avviso), calcolando il risparmio per differenza in termini assoluti, senza di fatto applicazione di variabili indipendenti; è una scelta che tende a favorire l'azienda aggiudicataria poiché di norma aumenta il valore del canone;
- Si applica una differenza fra la baseline tal quale ed i consumi post, con le condizioni post di esercizio a norma; ciò tuttavia viene fatto senza riportare come si dovrebbe le condizioni ante intervento alle condizioni post in termini di qualità del servizio, principalmente per due ragioni: non determinare potenziali aggravii di spesa e per le difficoltà oggettive di ricondurre

le condizioni a questo livello;

- Si applica un algoritmo che utilizza le ore di funzionamento come variabile indipendente; in questo caso tuttavia non si ha la piena conoscenza dell'effettiva condizione di funzionamento in conformità alle norme della situazione ex-ante per poter creare la corretta baseline

Nessuno dei tre approcci descritti è in realtà perfettamente conforme all'IPMVP.



Esperienze nel campo dell'illuminazione

Nell'ambito dell'illuminazione interna invece alcune esperienze (fra cui quelle degli accordi quadro del Consorzio CEV, ma anche quella relativa allo stesso Matitone a Genova) hanno evidenziato la difficoltà oggettiva di implementare l'M&V in senso proprio in ambito pubblico; i quadri elettrici infatti negli edifici pubblici non separano FM e illuminazione e per l'installazione dei contatori è necessario modificare l'impiantistica elettrica. Inoltre è complesso ipotizzare le ore di funzionamento: in alcuni casi sono state implementate misure con analizzatore di rete, in altre situazioni ipotizzate le ore come fattore statico. Ma le misure effettuate in molti edifici testimoniano in realtà come le ore effettive abbiano un'estrema variabilità. Anche in questo caso, vista l'entità media dei risparmi in gioco, piuttosto limitata in termini assoluti, pare opportuna una scelta di semplificazione.

Quanto sopra descritto riporta i risultati delle esperienze più strutturate, vi sono tuttavia altre situazioni in cui è espressamente chiamato in causa il Protocollo IPMVP. Si tratta di situazioni in cui la PA ha potuto operare opportunamente supportata da staff tecnici e legali qualificati con competenze specifiche su questo tema. Il ruolo di strutture di supporto è fondamentale per una corretta applicazione.

Senza citare esempi diretti, si segnalano alcune situazioni in cui questo viene fatto in modo improprio o non viene fatto:

- In alcuni project financing in ambito pubblico ad iniziativa privata, si chiama in causa il protocollo, ma il Piano di M&V presentato nella documentazione di gara (allegato al Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica) è assolutamente inadeguato e non conforme al protocollo; ciò sposta l'onere completamente nella situazione ex-post;
- In alcuni project financing ad iniziativa privata, anche di pubblica illuminazione, che presentano obiettivi di risparmio, in realtà pur essendo calcolato un risparmio energetico e strutturato un canone sullo stesso, manca completamente il riferimento all'M&V; in tali situazioni sono richiamate generiche penali, ma nella sostanza il concessionario ha mani libere; è chiaro che in tali situazioni la M&V diventa un elemento accessorio e non centrale, una sorta di "contentino" dato alla PA;
- In altre gare, ben più rilevanti, nel contesto della sanità pubblica, viene chiesta l'applicazione del protocollo IPMVP ma paradossalmente lo si chiede rispetto a fabbisogni energetici determinati a partire da fabbisogni standard calcolati da Attestati di Prestazione Energetica; è chiaro che questa ipotesi non solo evidenzia una scarsa conoscenza della materia ma altresì mette in chiara difficoltà le parti contrattuali nella gestione futura del contratto. Per altro in questi contesti di gara spesso è un miraggio avere a disposizione le baseline di consumo.

Conclusioni

L'applicazione di M&V ai bandi pubblici è un tema sempre più importante e sentito anche da parte della PA. Ci sono esperienze pionieristiche sviluppate negli ultimi anni, in cui viene richiamata la conformità al Protocollo IPMVP e richiesta l'applicazione dello stesso. In molte situazioni tuttavia vi sono grandi difficoltà legate alla costruzione della baseline da un lato e alla complessità tecnica dall'altro, che non rendono facile introdurre questi concetti con successo nell'ambito pubblico.

La soluzione possibile richiede un processo di semplificazione, per quanto limitato, e soprattutto la necessità che la PA venga affiancata da soggetti "facilitatori" per affrontare questi temi sia nella preparazione dei bandi ma anche e soprattutto nella gestione dei contratti nel corso del tempo.

La tecnologia che fa la differenza.

L'alta tecnologia 2G è già qui: approfitta dei vantaggi a lungo termine riservati ai nostri clienti! Scopri la nuova g-box 50 plus con tecnologia a condensazione, o la serie aura (100-150 kW) che rispetta già tutti i più severi limiti in termini di emissioni. Scegli l'elevata efficienza dei cogeneratori 2G per un risparmio energetico fino al 40 %.

Hai bisogno di un consiglio?
Tel. 045 8340861 | info@2-g.it



Applicazione del Protocollo IPMVP nel punto vendita Leroy Merlin di Moncalieri

Tiziano Terlizzese, Luca Boselli, Lisa Loreti, Erika Castelli - *Caster Srl*
Tommaso De Simone, Barbara Serrecchia - *Helexia Energy Services Srl*

Il presente articolo illustra, per un punto vendita della grande distribuzione organizzata non alimentare, sito a Moncalieri (TO), l'applicazione dell'opzione D del protocollo internazionale IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol) per la misura e verifica dei risparmi energetici ottenuti a seguito di un intervento di riqualificazione degli impianti HVAC del sito. L'opzione D prevede il ricorso ad un modello di simulazione dinamica dell'intero edificio, considerato nello stato ante-operam, per il calcolo del consumo di riferimento al quale sottrarre i consumi reali monitorati per ottenere i risparmi conseguiti.

Sviluppo del progetto

L'edificio oggetto di analisi è il punto vendita Leroy Merlin sito a Moncalieri (TO). La struttura è costituita da più corpi di fabbrica realizzati in anni differenti. Complessivamente le zone termiche si estendono per una superficie utile di oltre 10.000 m² con un volume climatizzato di circa 75.000 m³.



Figura 1 – Aree in cui si articola il punto vendita: vista aerea

Prima dell'intervento di riqualificazione energetica, a servizio della porzione LM1 (vedi Figura 1) erano presenti cinque roof-top con funzionamento a pompa di calore per la generazione frigorifera e con scambiatore fumi-aria con bruciatore a fiamma diretta alimentato a gas naturale per la generazione termica. Inoltre, era presente una centrale termica con caldaie a servizio degli aerotermini del magazzino, dei fan-coil degli uffici e dei radiatori installati in bagni e spogliatoi.

Il committente, Leroy Merlin, ha dato incarico ad Helexia Energy Services, una EScO certificata UNI CEI 11352, di sviluppare l'intero progetto, dal concept iniziale, alla realizzazione e successiva gestione dell'impianto. Helexia Ener-

gy Services si è avvalsa del supporto tecnico di Caster, società specializzata in ingegneria energetica.

La diagnosi energetica del sito è stato il primo passo che ha permesso di individuare diverse Azioni di Miglioramento dell'Efficienza Energetica (AMEE), in particolare, relativamente agli impianti HVAC:

- Sostituzione di n.4 roof-top dell'area vendita;
- Regolazione delle portate di aria esterna con demand control ventilation sulla base del tasso di concentrazione di CO₂ in area vendita;
- Sostituzione della caldaia tradizionale con n.2 caldaie a condensazione modulari, ognuna a servizio del singolo circuito.

Durante la successiva fase di progettazione delle AMEE ed anche a supporto della stessa, sono stati creati i seguenti modelli numerici, attraverso un software di simulazione dinamica:

- Modello Baseline: modello numerico dell'edificio in grado di simulare i consumi nello stato ante-operam; il modello è stato tarato attraverso il confronto con i dati di consumo reali;
- Modello Proposed: modello numerico dell'edificio nel quale sono state implementate le AMEE, rendendo così il modello in grado di simulare i consumi nello stato post-operam.

Terminati i lavori di implementazione delle AMEE, ha avuto inizio il periodo di rendicontazione dei risparmi ottenuti o reporting period, come indicato in Figura 2. In tale fase, il modello baseline è stato aggiornato inserendo i fattori di aggiustamento. Il modello così ottenuto, chiamato baseline adjusted, simula i consumi che si sarebbero registrati in tale periodo (linea tratteggiata di Figura 2) se non fossero state implementate le AMEE. I risparmi nel periodo di rendicontazione sono stati calcolati per differenza fra i consumi simulati dal modello baseline adjusted e quelli reali misurati, così come indicato nell'Equazione 1.

$$\begin{aligned} \text{Risparmio}_{\text{RENDICONTAZIONE}} &= \text{Consumi Baseline}_{\text{RENDIC}} (\pm \text{Routine Adjustments} \pm \text{Non Routine Adjustments}) - \text{Consumi Misurati}_{\text{RENDIC}} = \\ &= \text{Consumi Baseline Adjusted}_{\text{RENDIC}} - \text{Consumi Misurati}_{\text{RENDIC}} \end{aligned}$$

Equazione 1

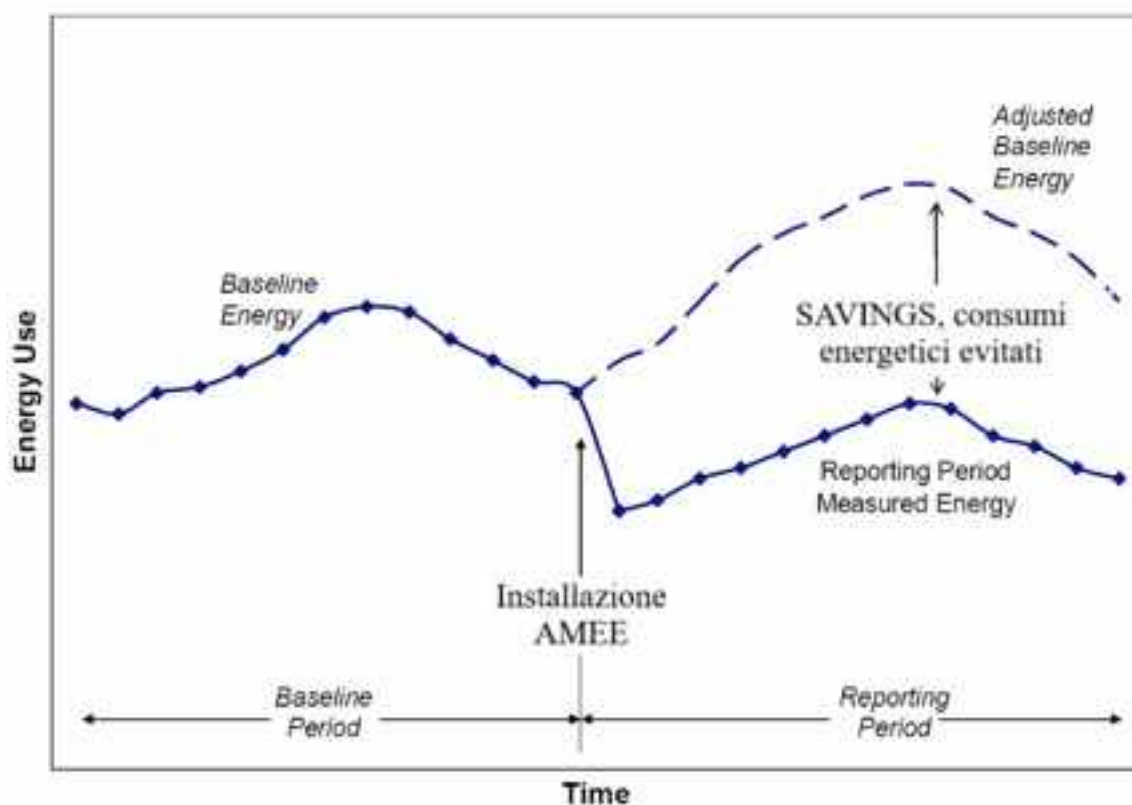


Figura 2 – Periodo di riferimento e di rendicontazione

Creazione e taratura del modello baseline

Il modello dinamico dell'edificio è stato realizzato con il software TRNSYS. La taratura del modello è stata effettuata sulla base dei dati di consumo dell'anno 2016, identificato come anno di riferimento, e considerando i seguenti dati di input:

- dati meteo orari 2016 della stazione della Società Meteorologica Italiana di Moncalieri;
- logiche di gestione degli impianti e degli apparati interni al punto vendita;
- carichi interni presenti nel punto vendita;
- occupazione della struttura: per simulare l'entità dell'occupazio-

ne all'interno della struttura si è seguito quanto proposto dal ASHRAE 90.1/2020 in termini di profili di presenza e quanto indicato dal LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction (Core & Shell) 2009 Edition, USGBC per la valutazione del numero di persone;

- date di chiusura per l'anno di riferimento 2016.

I risultati dell'attività di taratura del modello dinamico iniziale sono illustrati in Figura 3 nella quale sono posti a confronto, aggregati su base settimanale, i dati misurati nel 2016 con quelli simulati. I punti bianchi con bordo verde sono stati esclusi in quanto rappresentativi di un funzionamento anomalo.

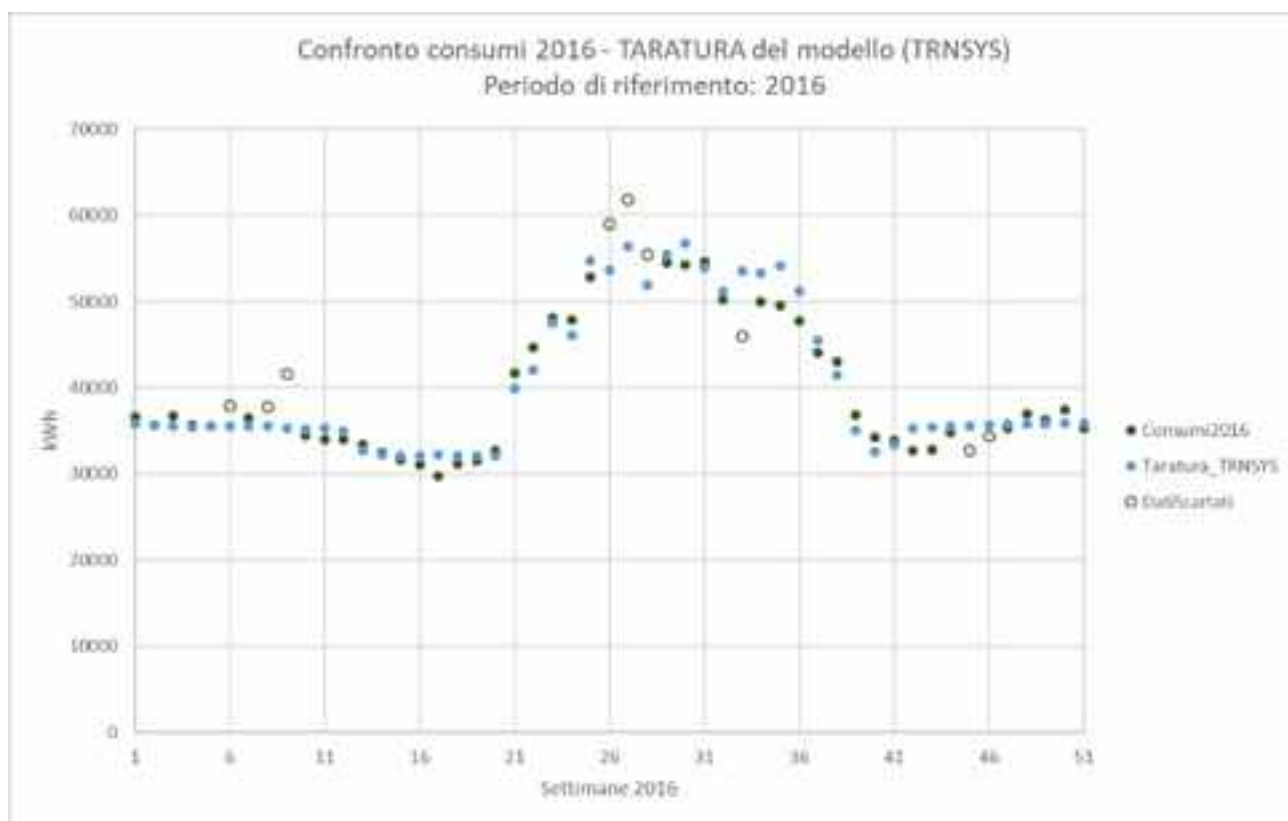


Figura 3 – Grafico di confronto dei consumi 2016 e di taratura (TRNSYS) aggregati settimanalmente

Modello Baseline Adjusted

I fattori di aggiustamento che sono stati considerati ed implementati nel modello baseline al fine di ottenere il modello baseline adjusted, con riferimento al periodo di rendicontazione, sono di seguito sintetizzati:

1. Dati climatici orari;
2. Modalità di gestione e orari degli impianti HVAC;
3. Giorni di apertura del punto vendita e relativi dati orari di occupazione;
4. Informazioni relative a cambiamenti occorsi ad altri impianti del sito con impatto sul carico termico interno o sul prelievo di energia elettrica: orari di accensione dell'illuminazione, cambiamenti di macchine utensili dei reparti, ecc...

Particolare attenzione si è posta nell'implementazione dei fattori di aggiustamento durante il periodo di rendicontazione relativo al primo quadrimestre 2020 a causa dell'impatto delle misure per il COVID-19, più nel dettaglio si cita: 15 giorni aggiuntivi di completa chiusura, limitazione del numero massimo di persone, orario di apertura ridotto nei mesi di marzo e aprile.

Fase di rendicontazione

I risultati complessivi del periodo di rendicontazione dei risparmi sono riportati in Tabella 1.

	Risparmi [tep]		
	2018	2019	I Quad 2020
Risparmi di energia elettrica	22,6	54,0	4,6
Risparmi di gas naturale	62,9	26,4	18,7
Risparmi complessivi	85,5	80,3	23,3
Risparmi percentuali	18,4%	17,2%	14,6%

Tabella 1 – Rendicontazione dei risparmi in tep per vettore energetico e per periodo di rendicontazione



Nelle figure seguenti vengono messi a confronto, su base settimanale, i consumi di energia elettrica ottenuti attraverso il modello baseline adjusted (punti blu/azzurri) con quelli reali monitorati (punti verdi), per il periodo di rendicontazione 2018 e 2019. Le aree in grigio rappresentano i risparmi di energia elettrica, mentre le aree in rosa rappresentano i maggiori consumi di energia elettrica reali rispetto al baseline adjusted. Tale sovrconsumo, registrato nel periodo invernale del 2018 e solo in parte nel 2019 è principalmente dovuto all'utilizzo delle pompe di calore per il riscaldamento al posto dei bruciatori a gas previsti nel modello.

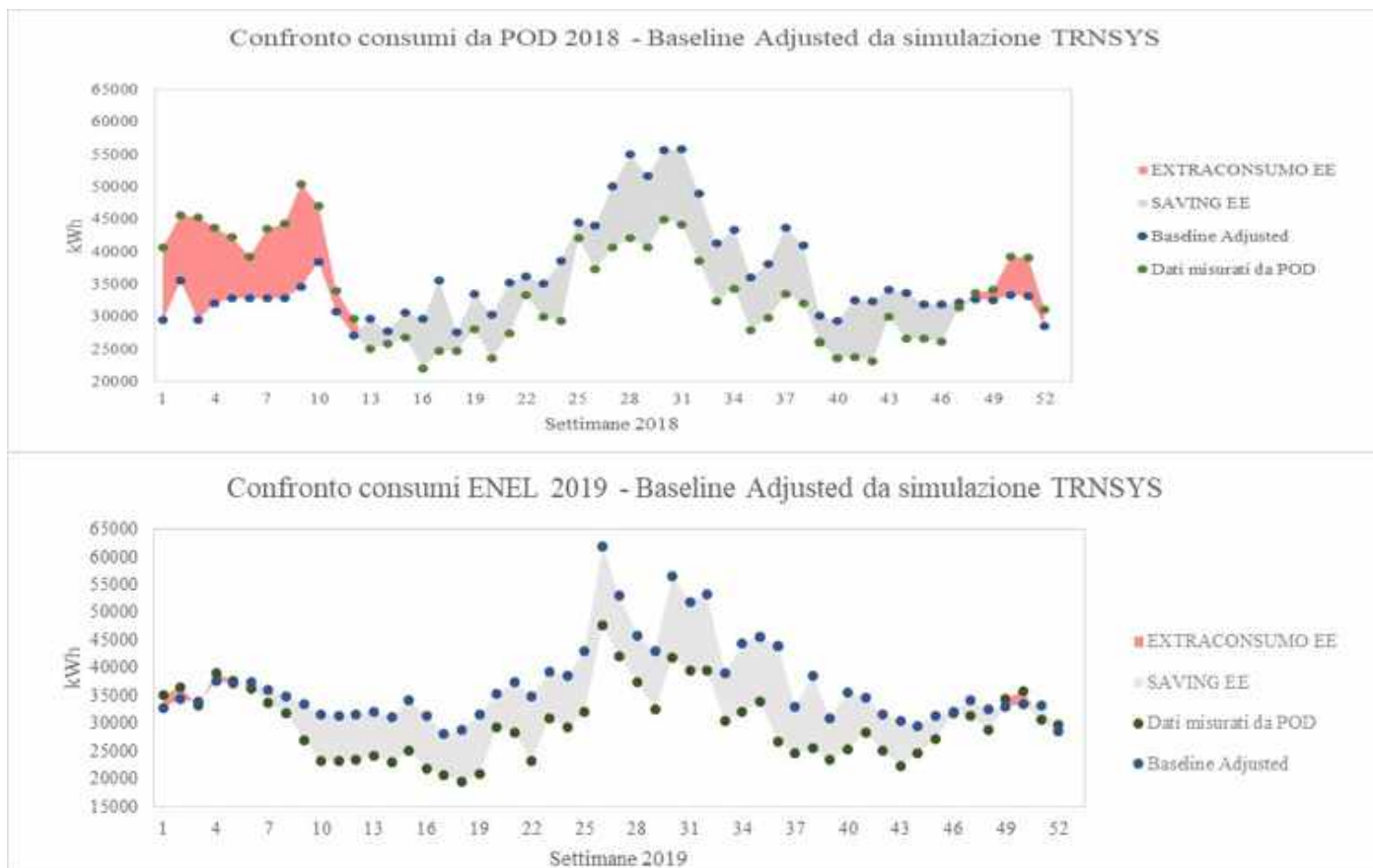


Figura 4 – Confronto dei consumi elettrici 2018 e 2019: dati da POD e Baseline adjusted (TRNSYS)

Conclusioni

L'intero processo ha richiesto un forte coinvolgimento di tutte le parti interessate, con particolare riferimento alla committenza, al personale presso il punto vendita, ai progettisti, agli installatori, ai manutentori, alla EScO ed ai modellatori energetici. Pur con un ottimo livello di collaborazione, l'aggiornamento continuativo dei fattori di aggiustamento del modello di baseline è risultato particolarmente complesso. Data la quantità elevata di informazioni provenienti da fonti diverse, la metodologia IPMVP si presenta come uno strumento adeguato per la definizione di procedure specifiche di acquisizione e gestione dei dati. L'utilizzo dello strumento di modellazione dinamica dell'intero edificio consente una continua verifica ed ottimizzazione delle modalità di gestione degli impianti. Tale strumento risulta ancora più efficace in presenza di un sistema di monitoraggio dei consumi energetici al fine di consentire un miglior confronto fra i consumi reali dei singoli utilizzatori e quelli previsti dalla modellazione dinamica. Infine, si sottolinea come la metodologia adottata consenta il calcolo del risparmio anche in un periodo con modalità gestionali non ordinarie, come il periodo di lockdown per COVID-19.

Si ringrazia la Direzione Tecnica Leroy Merlin Italia per la disponibilità e la professionalità con cui sta seguendo il progetto.

Trasformare le misure in uno strumento per l'efficienza energetica

Marco Ferrari
EGE CMVP Consultec Energia

L'adozione di sistemi di monitoraggio è iniziata da almeno 20 anni nelle aziende manifatturiere più grandi e legate a realtà multinazionali con esigenze di confronti energetici tra diversi stabilimenti ed allocazione dei costi. Il punto di svolta è avvenuto però solo qualche anno fa, per via dell'obbligo normativo previsto nel D.lgs. 102/2014, all'interno del quale è definito che la realizzazione del secondo ciclo di diagnosi energetiche deve basarsi su dati ad un livello di dettaglio maggiore rispetto al solo totale del consumo dei vettori in ingresso. La risposta delle aziende è stata quindi l'installazione, indicativamente tra il 2018 ed il 2019, di sistemi di misura dedicati ai principali vettori energetici con gradi di profondità che spesso, nella nostra esperienza, supera la sola esigenza normativa di realizzazione di audit energetici conformi.

Tale sistema però, al fine di generare valore aggiunto all'azienda anche nel medio-lungo periodo, ha la necessità di un presidio continuo che permette in ultima analisi di giustificare il proprio costo di installazione.

In questa ottica, da oltre un anno, supervisioniamo ed analizziamo i dati di misura degli impianti e linee produttive di una realtà industriale che realizza contenitori in vetro destinati al settore farmaceutico: la scelta della società è dipesa anche da un nuovo contratto di fornitura di servizi energetici integrati siglato con una ESCO. La necessità della società, infatti, era anche quella di avere un solido sistema di verifica per misurare i risultati raggiunti dalla ESCO in termini di risparmio, basati su algoritmi e misure condivisi.

Dal punto di vista energetico, lo stabilimento ha un consumo energetico destinato principalmente alle linee produttive e all'alimentazione degli impianti condizionamento, quindi gruppi frigoriferi e centrali di trattamento aria dedicate alle clean room, e di energia termica per riscaldamento, processi di sterilizzazione e, tramite fiamma viva, per la formatura del vetro semilavorato.

Una parte dei vettori energetici richiesti è fornita dall'impianto di cogenerazione con assorbitore (trigenerazione), installato da una ESCO, che rifornisce lo stabilimento produttivo di energia elettrica, vapore, acqua calda ed energia frigorifera. L'acqua calda è utilizzata esclusivamente per il riscaldamento e per l'alimentazione dell'assorbitore per la produzione di energia frigorifera.

La società dispone di diversi misuratori elettrici, termici e di portata, installati nel corso degli anni e che continuano ad essere aggiornati ed aggiunti parallelamente alla trasformazione dello stabilimento produttivo.

Dai dati grezzi alla supervisione energetica in continuo

La società aveva a disposizione una grande quantità di dati ma non aveva risorse interne disponibili con il giusto know-how per analizzarli: questa mancanza rendeva frammentario ed impreciso l'utilizzo del sistema di monitoraggio, poiché il personale coinvolto nell'installazione non era quello che analizzava parte dei dati, impedendo quindi un vero controllo dei consumi, l'identificazione di ulteriori interventi di efficienza energetica ed il controllo di quanto rendicontato dalla ESCO.

Quando ci è stato chiesto di fornire una soluzione abbiamo definito che il primo obiettivo sarebbe stato quello di realizzare un sistema di reportistica contenente dashboard ed indicatori energetici che fossero significativi e di reale supporto per la valutazione energetica degli impianti, delle linee produttive e per l'identificazione di opportunità di miglioramento energetico.

Tale obiettivo ha richiesto, con una forte coordinazione con il personale tecnico, una prima fase di data cleaning e data matching per rendere il dataset restituito dal sistema di monitoraggio privo di dati incongruenti o imprecisi. Ad esempio, non era sempre chiaro quali fossero le utenze misurate da alcuni misuratori, alcune grandezze erano rilevate ma non acquisite dal sistema di monitoraggio ed altre risultavano con evidenti errori di misura.

Dopo aver ordinato il dataset restituito dal sistema di monitoraggio, lo abbiamo integrato con altri dataset esterni, come ad esempio dati di fatturazione, dati di produzione e dati energetici ed economici dell'impianto di trigenerazione.

Questi diversi dataset sono stati quindi integrati all'interno di un unico database che alimenta una serie di algoritmi che abbiamo sviluppato su misura per la realtà produttiva ed impiantistica e che

permette il raggruppamento dei consumi per il calcolo di indici di prestazione energetica appositamente identificati.

Siamo giunti così alla realizzazione del sistema di indicatori e dashboard grazie ai quali è possibile oggi monitorare con semplicità il funzionamento degli impianti, identificare criticità e possibili miglioramenti, tra cui l'intervento presentato nel seguito, e verificare i corrispettivi quantificati alla ESCO.

Identificazione e valutazione dell'intervento di efficienza

Tramite l'analisi dei dati con l'ufficio tecnico e manutentivo, è emerso come durante il periodo invernale l'assorbitore venisse spento, nonostante il carico termico assorbito per il riscaldamento non fosse sufficiente ad utilizzare tutta la potenza termica resa disponibile dal cogeneratore ed i gruppi frigoriferi fossero comunque in funzione. In quel periodo la potenza termica non utilizzata veniva dissipata in atmosfera tramite aerotermi.

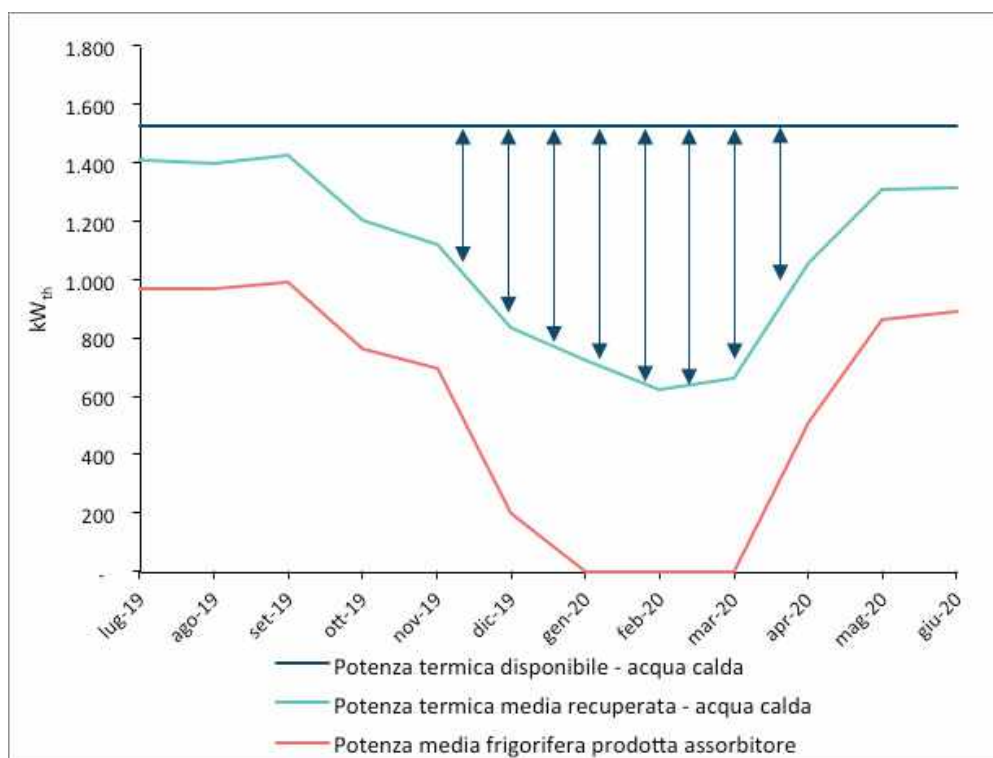


Figura 1 - Confronto delle potenze termiche disponibili e utilizzate del trigeneratore

L'assorbitore non era utilizzato perché si temeva che, a causa di oscillazioni nella richiesta termica dell'assorbitore, non sarebbe stato possibile mantenere la corretta temperatura in mandata per le utenze di riscaldamento e perché si giudicava poco significativo il contributo residuo di potenza termica in uscita dal cogeneratore nel circuito di acqua calda. Tuttavia, per la risoluzione della prima problematica, è stata prevista l'installazione di una sonda di temperatura nel collettore in mandata collegata con una elettrovalvola in grado di regolare il funzionamento dell'assorbitore, riducendo la portata di acqua in mandata a quest'ultimo, nel caso in cui la temperatura del collettore primario scenda al di sotto di quella necessaria per la corretta alimentazione delle utenze di riscaldamento.

Analisi quantitativa dei dati di misura

Attraverso una analisi quantitativa dei dati di misura focalizzata nel periodo invernale, è emerso che la potenza frigorifera media richiesta ai chiller durante il periodo invernale è sempre superiore alla potenza frigorifera erogabile dall'assorbitore, qualora quest'ultimo convertisse tutta la potenza termica disponibile (non utilizzata quindi per il riscaldamento) in potenza frigorifera.

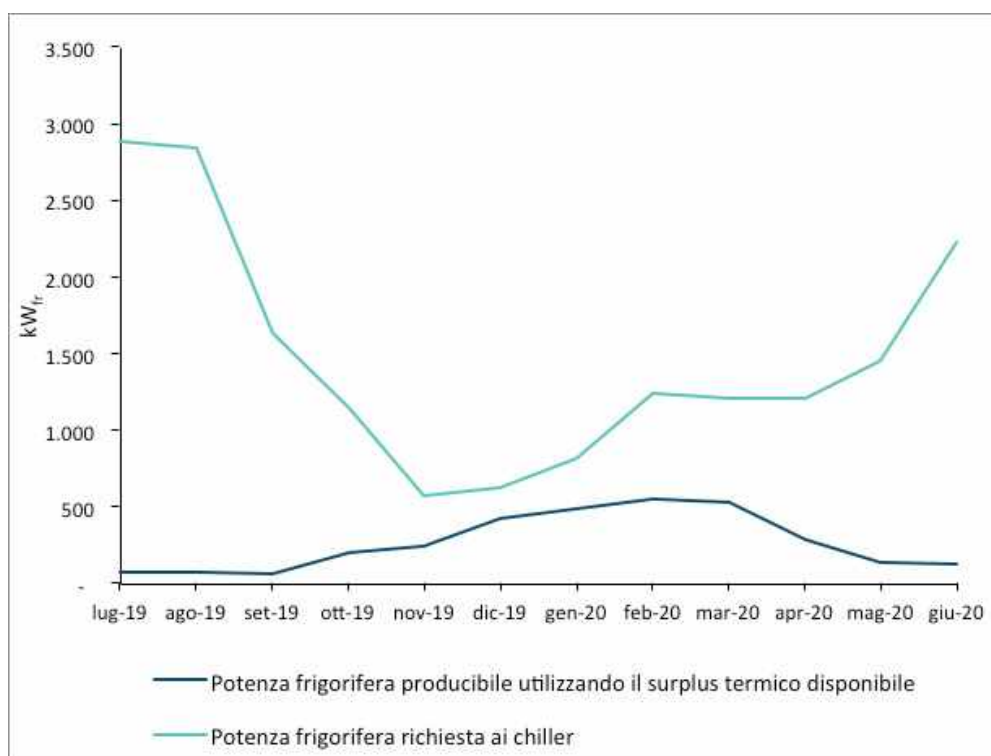
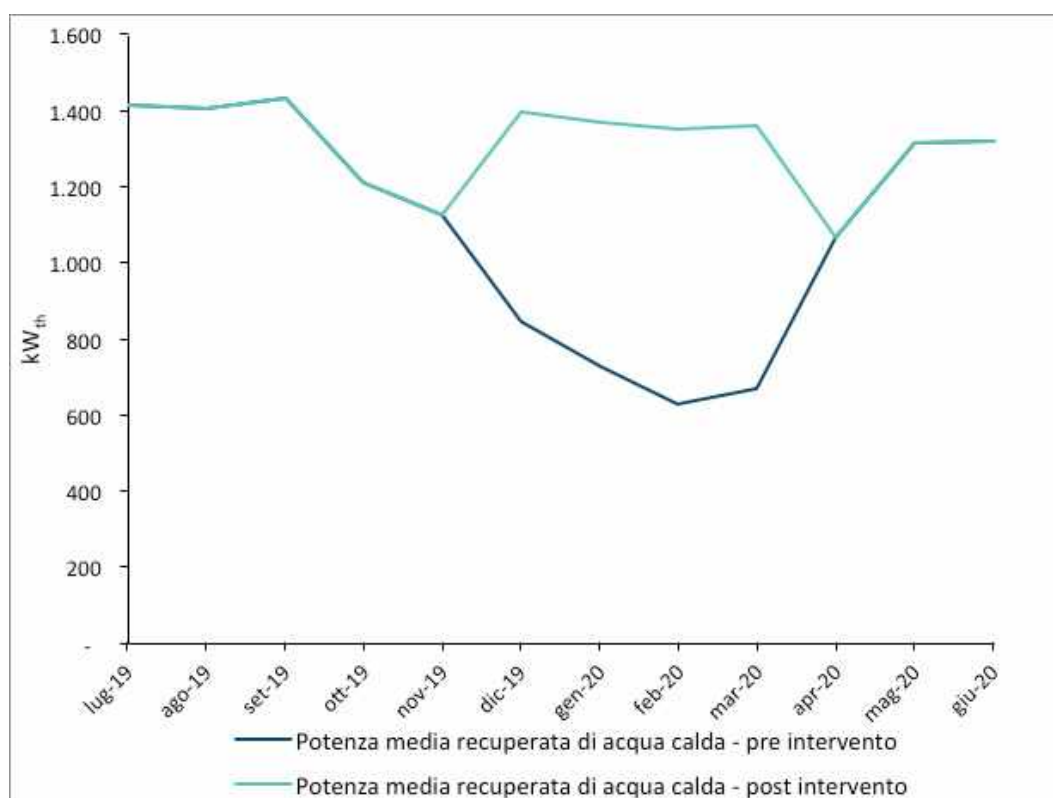


Figura 2 - Confronto della potenza frigorifera richiesta ai chiller e producibile con assorbitore

È stato quindi consigliato al cliente di tenere in funzione l'assorbitore anche durante il periodo invernale, stimando di riuscire ad arrivare almeno ad un 80% di utilizzo del calore del circuito acqua calda nel periodo invernale. Il seguente grafico mostra come si prevede di incrementare la potenza termica mediamente recuperata sotto forma di acqua calda.

Figura 3 - Confronto della potenza termica recuperata di acqua calda da cogenerazione



L'incremento della potenza frigorifera prodotta dall'assorbitore porterà ad una diminuzione del carico di lavoro dei chiller. Per stimare l'energia frigorifera fornita dall'assorbitore si è moltiplicata la potenza frigorifera che si stima di poter recuperare in maniera aggiuntiva in ciascun mese (così come presentato nei grafici precedenti) per il numero di ore di funzionamento del cogeneratore nei mesi invernali, considerati da dicembre a marzo. Si ottiene così il risultato di 1.350 MWhfr, grazie al recupero di 1.776 MWhth, che si stima si sarebbero potuti risparmiare grazie all'uso dell'assorbitore nel periodo invernale considerato. Conoscendo l'EER medio del parco chiller installato (pari a 3,6 kWhfr/kWhel) calcolato nel report fornito al cliente, è possibile calcolare il risparmio in termini di energia elettrica assorbita dai chiller nel periodo invernale, pari a circa 375 MWhel. Il seguente grafico mostra il delta tra il consumo attuale invernale e quello che sarebbe stato possibile ottenere nel periodo considerato utilizzando l'assorbitore anche nel periodo invernale.

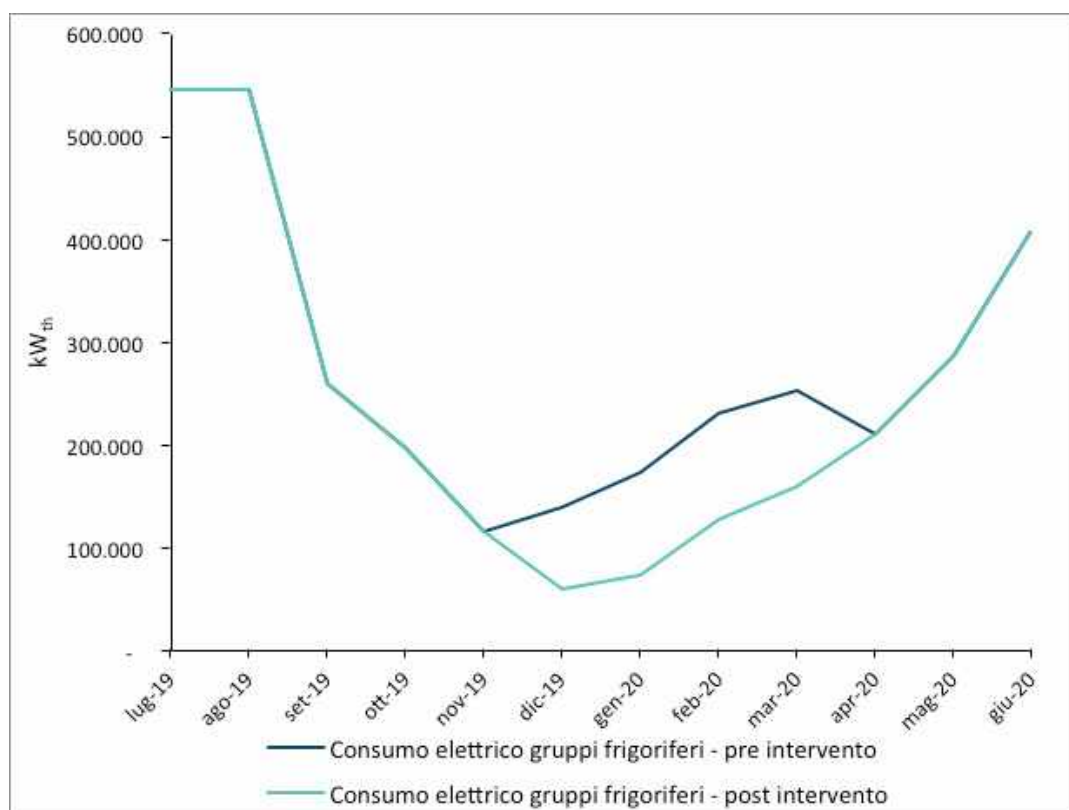


Figura 4 - Comparazione del consumo di energia elettrica dei gruppi frigo

Poiché lo stabilimento ha un fabbisogno elettrico maggiore alla potenza elettrica generabile dall'impianto cogenerativo, si è considerato nella valutazione economica del risparmio energetico il costo dell'energia elettrica comprata da rete, pari a 0,126 €/kWh, portando il risparmio potenziale a circa 47.500 €, nelle condizioni considerate.

Per la verifica del risultato dell'intervento per la prossima stagione invernale è stata definita come baseline la percentuale di freddo prodotto dall'assorbitore sul totale dell'energia frigorifera fornita nella situazione pre-intervento, considerando che le variazioni dovute ai fattori esterni siano ridotti: nel caso in cui emergessero ulteriori fattori di aggiustamento, saranno presi in considerazione.

Nei termini contrattuali con la ESCO, invece, il consumo di riferimento è rappresentato dalla generazione dei vettori energetici in assenza dell'impianto di trigenerazione: il miglior utilizzo dell'impianto qui analizzato porterà quindi ad una condivisione con la ESCO del beneficio, secondo gli accordi commerciali esistenti. A questo risparmio economico sarà da aggiungere anche l'aumento di Certificati Bianchi dovuto all'aumento dell'energia utile recuperata dal cogeneratore.

Il sistema di indicatori e dashboard che ha permesso di identificare l'intervento di efficienza, grazie al piano di misura e verifica, consentirà anche di valutarne l'efficacia.

Casa Siemens, il campus che punta su tecnologie innovative ed EPC



Marco Stazi
Energy Manager di Siemens Spa

Gianluca Colombo
EGE CMVP



Il quartier generale di Siemens in Italia si trova a Milano, in un'area del territorio piena di significato per l'azienda che, già a partire dal 1963, presidiava con uno stabilimento produttivo.

Da allora, nell'arco di circa sessant'anni, sono stati effettuati numerosi interventi di riqualificazione e ammodernamento dell'infrastruttura esistente (gli spazi della fabbrica furono successivamente riconvertiti a uffici) che è stata affiancata da un nuovo edificio tecnologicamente all'avanguardia inaugurato nel 2018.

Oggi, dunque, ciò che si presenta alle porte del quartiere Adriano milanese è un vero e proprio campus tecnologico: si chiama Casa Siemens e trova i suoi punti di forza nella sostenibilità energetica e nel benessere degli ambienti di lavoro.

L'azienda ha introdotto lo smart working in Italia nel 2011 con un progetto pilota; dal 2018 la possibilità di lavorare con questa modalità è stata estesa a tutta l'organizzazione. Inoltre, sono stati innovati i modelli organizzativi riprogettando gli spazi di lavoro, che oggi risultano più flessibili e in grado di favorire la relazione tra collaboratori, e rinnovando gli ambienti per il tempo libero quali la palestra interna e un'area verde di 25.000 mq accessibile anche nel weekend.

Con un investimento di circa 40 milioni di euro, nel 2015 è stato avviato un processo di miglioramento energetico dell'intero quartier generale milanese che punta al raggiungimento della neutralità rispetto alle emissioni di anidride carbonica entro il 2030. Gli interventi hanno consentito di realizzare un ecosistema energetico

intelligente in cui coesistono tecnologie consolidate e innovative all'interno dello stesso campus.

Il risultato è un esempio di come la digitalizzazione sia in grado di abilitare l'ottimizzazione di sistemi non di ultima generazione - effettuando interventi poco invasivi - e di consentirne la loro coesistenza e integrazione.

Oggi Casa Siemens comprende due edifici: l'edificio esistente (che negli anni Sessanta era uno stabilimento di produzione) e il nuovo "smart building" (certificato LEED Gold) inaugurato nel 2018, per un totale complessivo di 32.000 mq e 1.800 collaboratori.

L'intera sede ha ottenuto la certificazione ISO 50001.



Figura 1 - Veduta aerea del Campus di CasaSiemens, Building Leonardo, Galileo ed Orti

L'assetto energetico di Casa Siemens rappresenta un esempio virtuoso di Microgrid che racchiude al proprio interno un ampio ventaglio di tecnologie.

Il nuovo edificio utilizza l'energia elettrica come unico vettore energetico a soddisfacimento dei propri fabbisogni. Le condizioni di confort termigrometriche interne sono assicurate sfruttando lo scambio con la falda sia come sorgente per le pompe di calore sia come scambio diretto per le travi e pannelli. In copertura è presente un impianto fotovoltaico da 85kWp. La peculiarità di uno smart building di questo tipo è la modularità e la flessibilità, caratteristiche che si sono rivelate essere estremamente preziose anche nella gestione della recente emergenza COVID-19.

L'edificio pre-esistente rappresenta invece un esempio di recupero e riqualificazione di un fabbricato industriale in cui all'interno trova spazio un ambiente di lavoro progettato, ove applicabile, con gli stessi criteri di quelli utilizzati per il nuovo smart building. In questo caso, il raffrescamento è ottenuto tramite l'utilizzo di gruppi frigo condensati ad aria, ognuno dedicato a una sezione indipendente dell'edificio. L'acqua calda per riscaldamento è prodotta attraverso una centrale termica con boiler a gas a supporto di un cogeneratore funzionante in assetto trigenerativo.

Il motore endotermico a gas, che ha una potenza di targa di 238kW_e / 360kW_t pensato in inseguimento elettrico, è governato da un sistema in cloud capace di predire il fabbisogno termico dell'edificio e attivare la trigenerazione solo quando conveniente da un punto di vista economico ed ambientale.

Sfruttando la conformazione industriale dell'edificio è stato possibile installare in copertura un impianto fotovoltaico da 850kWp.

A livello elettrico, Casa Siemens ha un unico punto di connessione alla rete, con l'energia distribuita in media tensione in modo radiale all'interno del campus. Sono parte della microgrid anche due colonnine di ricarica da 22,5kW alle quali è applicato un algoritmo di load demanding tale da modulare la potenza di ricarica delle autovetture in funzione della disponibilità di energia nella microgrid. Completa lo schema uno storage elettrico dal 270kW/135kWh.





Figura 2 - Esempio di dashboard da Energy Management System

EPC e risparmi conseguiti

I progetti che hanno consentito la realizzazione della microgrid, completata nel luglio 2019, sono stati eseguiti con un approccio di tipo EPC definiti all'interno del piano di azione della ISO-50001.

Il risparmio ottenuto nel triennio è pari a circa 1000 TEP di cui il contributo principale è certamente relativo all'utilizzo di un nuovo quartier generale molto più efficiente rispetto alla precedente sede.

La varietà delle numerose Azioni di Miglioramento dell'Efficienza Energetica (AMEE) e la disomogeneità tra gli scenari pre e post ha richiesto un approccio diversificato alla misura e verifica delle singole iniziative e alla valutazione delle loro interazioni ovvero dell'impatto energetico e ambientale del nuovo campus rispetto alla baseline delle due sedi distaccate.

Se sugli impianti fotovoltaici di fatto non possiamo parlare di consumi evitati, è stato comunque fondamentale monitorare l'efficienza della produzione rinnovabile ai fini del raggiungimento degli ambiziosi obiettivi ambientali che Siemens ha definito a livello mondiale per i prossimi 10 anni.

Essendo il "risparmio" in questo caso misurabile, è possibile monitorare la produzione ma anche alcuni KPI relativi a tale dato in funzione di irraggiamento valutando con gli analytics di Siemens Navigator il livello di sporco dei moduli.

Il sistema di trigenerazione, inoltre, va ad interagire sia con il profilo termico sia con quello elettrico e i suoi effetti sono valutati nella complessità degli interventi in una opzione C secondo il protocollo IPMVP che semplifica drasticamente l'analisi delle diverse interazioni tra i sistemi.

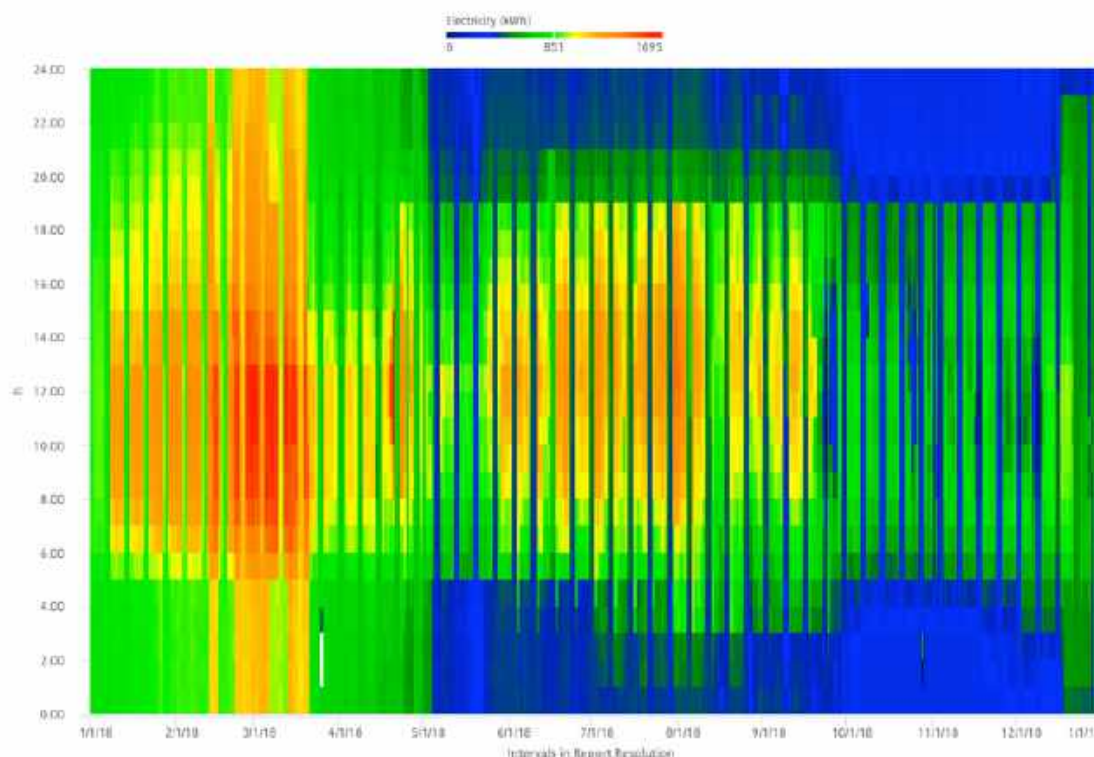


Figura 3 - Profilo consumi elettrici Siemens Milano (somma sedi Bicocca e Vipiteno)

Nel grafico si può notare che a partire dal 1 maggio 2018 l'impatto netto sulla baseline di consumo generale elettrico del passaggio dalle due sedi separate al nuovo headquarter dotato di sistema di trigenerazione.

Essendo la macchina impostata in inseguimento elettrico si è tuttavia impostato un ulteriore sistema di verifica delle performance monitorando i KPI elettrici e termici con un approccio tipico dell'Opzione B in cui tutti i parametri principali sono monitorati.

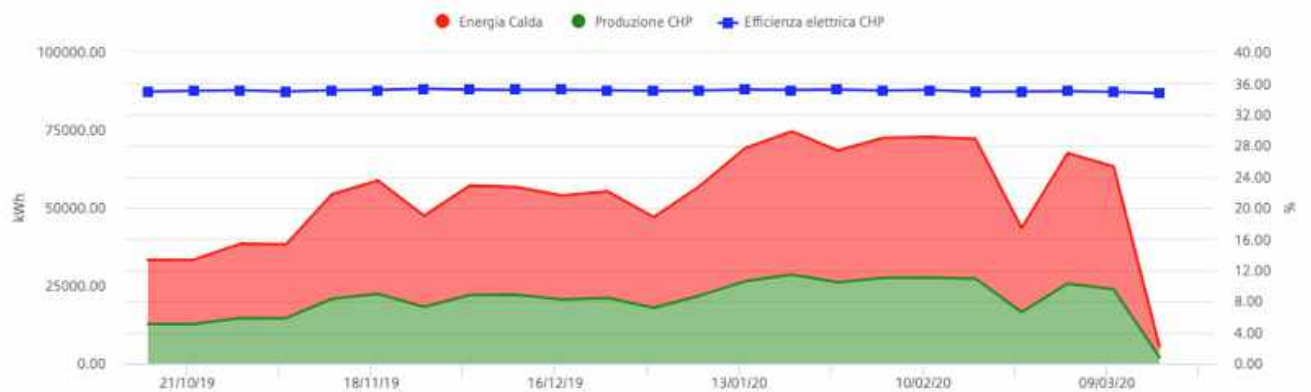


Figura 4 - Efficienza elettrica in raffronto alla produzione elettrica e termica del CHP
(dati aggregati settimanalmente)

Di fatto con l'approccio B si può verificare che la macchina operi in modo ottimale in ogni momento in cui è in funzione, con l'approccio C generale si considera inoltre il suo impatto sui consumi generali.

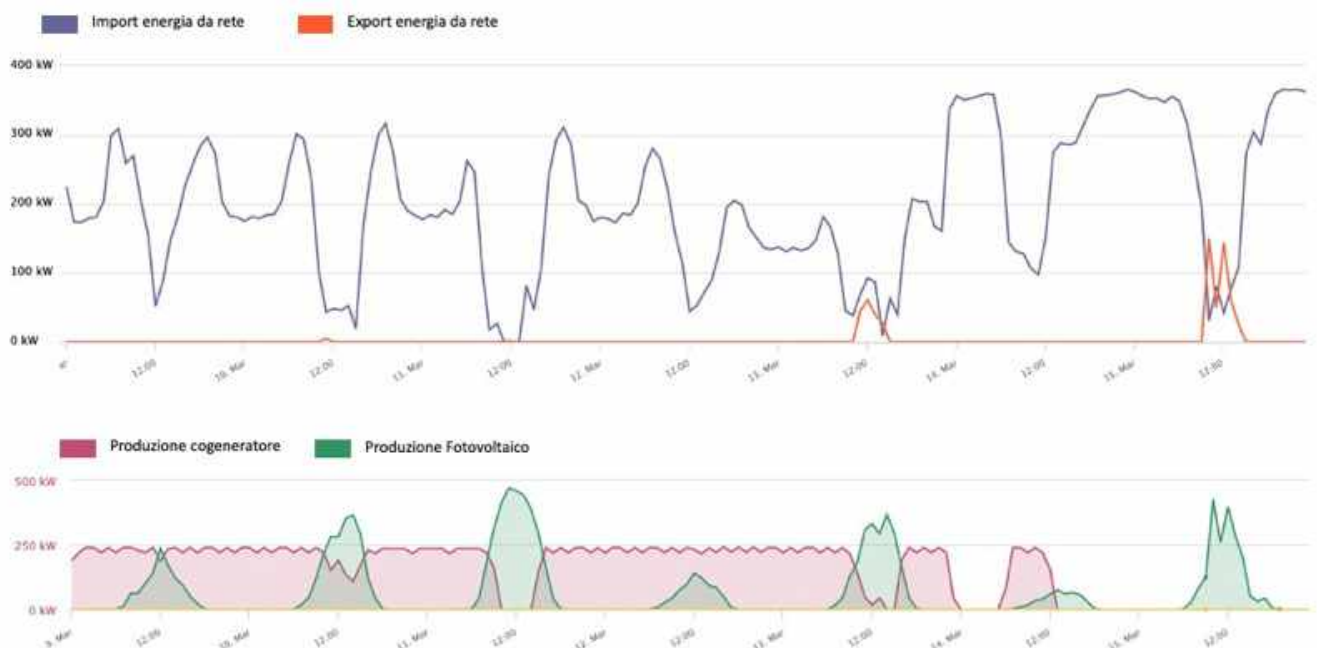


Figura 5 Esempio di profilo elettrico ed influenza delle autoproduzioni per una settimana tipo



Un approccio simile è stato adottato anche per le pompe di calore ad acqua di falda e i gruppi frigoriferi di nuova installazione con il proposito di ottimizzarne il funzionamento in continuo e identificare possibili anomalie o derive prestazionali mediante algoritmi di Fault Detection elaborati dagli ingegneri del Advanced Service Center di Siemens.

Interventi "secondari" come il relamping sull'edificio esistente hanno portato a un approccio semplificato con un'Opzione A che ha previsto delle misure su un campione significativo (facendo riferimento al protocollo IPMVP in termini di campionamento e accuratezza) in fase pre e post installazione relativamente alle potenze installate e il monitoraggio delle ore di accensione che sono ulteriormente ottimizzate in funzione dell'occupazione.

Nel contesto generale dello scenario di microgrid si è deciso invece di non percorrere un'opzione D specifica per il nuovo edificio. A livello lavorativo e sociale infatti il nuovo campus si comporta come una "Casa", inoltre, a livello impiantistico rappresenta un unicum: un'orchestra diretta dalla piattaforma DEOP che sia adatta alle esigenze degli edifici e in cui ogni strumento gioca un ruolo decisivo.

La scelta tecnica, in ragione delle numerose AMEE, delle loro innumerevoli interazioni e del notevole impatto in termini di consumi evitati, è quindi in piena armonia con la filosofia generale del nuovo campus adottando una Opzione C ovvero una verifica globale dell'impatto dell'adozione della microgrid.

Ad oggi il fabbisogno energetico, non considerando l'attuale occupazione parziale degli spazi relativa all'emergenza COVID-19, si attesta a circa 900 TEP e 40.000kWh da impianti fotovoltaici ceduti alla rete elettrica.



Il periodo di lockdown durante l'emergenza COVID-19 ha comportato una reale opportunità di miglioramento per l'intero sistema in quanto è stato possibile analizzare il comportamento reale degli edifici in condizioni stabili e con piccola influenza dell'occupazione.

Il risultato è stata l'ottimizzazione di parametri operativi che hanno permesso un risparmio del carico elettrico di 1200 kWh/giorno.

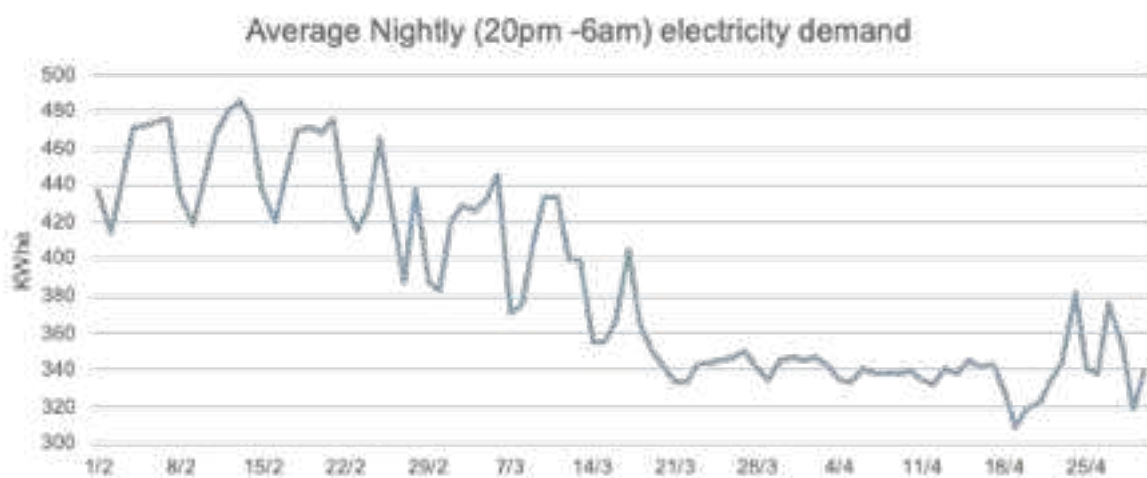


Figura 6 - Riduzione fabbisogno elettrico di base (struttura non occupata) a seguito di azione di ottimizzazione eseguite durante il lockdown

La microrete e la flessibilità degli ambienti già pensati in ottica di pieno smart working, pur garantendo massima ventilazione all'interno degli ambienti, hanno permesso di raggiungere nel periodo Marzo-Luglio 2020 oltre 250 ore con bilancio neutro o positivo di energia esportando verso la rete un totale di 46.320 kWh.