

ANALISI ESTIVA DINAMICA. RISULTATI DI UNA TESI DI LAUREA

di

* Marco Lunati

In collaborazione con ANIT, è stato realizzato un lavoro di Tesi di Laurea Magistrale al Politecnico di Milano sui metodi di calcolo per la simulazione energetica degli edifici, in particolare quello dinamico orario presentato dallo standard UNI EN ISO 52016-1:2018. L'introduzione normativa di tale metodo punta a sostituire progressivamente quello semi-stazionario mensile presente nelle attuali norme tecniche UNI/TS 11300, che aveva preso a sua volta il posto del metodo stagionale, ormai abbondantemente superato.

Tra i diversi vantaggi del dinamico, il passo orario è ideale sia per riprodurre con grande precisione i dati climatici (temperatura, umidità, radiazione solare, ...), sia per descrivere gli apporti energetici interni all'edificio dati da persone e apparecchiature. Inoltre, si possono controllare gli impianti con tre modalità differenti: non considerandone l'attivazione, per studiare l'andamento della temperatura interna; impostando un limite massimo e costante di potenza fornita, per verificare i periodi di attivazione; oppure creando profili di potenza personalizzati. È importante imparare a leggere ed analizzare i risultati, dai fabbisogni e i carichi energetici all'andamento delle temperature interne, e sfruttare tali dati specialmente in fase di progettazione delle strategie da adottare per migliorare le performance energetiche dell'edificio, sia in caso di riqualificazione sia in caso di nuova costruzione.

Il lavoro di ricerca è stato supportato da due casi studio reali: il primo consiste in una diagnosi energetica invernale, eseguita su un edi-

ficio residenziale esistente; nel secondo, un palazzo di recente costruzione, con destinazione commerciale, diventa la base su cui sviluppare un lavoro di analisi delle diverse potenzialità offerte dal metodo dinamico, con approfondimento sul caso estivo. Di quest'ultimo sono di seguito riportati e commentati alcuni risultati.

L'oggetto in questione è un edificio per uffici situato a Milano, che si sviluppa su nove piani fuori terra: di questi sono modellati e studiati il sesto, interpiano, ed il settimo, che si differenzia dal sottostante per avere una parte di soffitto a diretto contatto con l'esterno, fungendo da terrazza per il piano superiore. Il sistema di facciata continua presenta due tipi di modulo, che si distinguono per la geometria e il sistema schermante.

Dopo aver creato un modello 3D dell'edificio, per ricavarne le caratteristiche geometriche e gli ombreggiamenti esterni, e aver raccolto informazioni sulle proprietà termiche dei componenti dell'involucro, si è passati alla costruzione dei modelli energetici con i software distribuiti da ANIT: in particolare LETO per le simulazioni in regime semi-stazionario ed ICARO per quelle dinamiche, sfruttando la possibilità di esportare dal primo al secondo programma le diverse zone termiche create, senza la necessità di ricostruirle nuovamente.

Il lavoro consiste inizialmente nell'analisi di carichi e fabbisogni energetici sensibili, a cui segue uno studio sul comfort termico.

Dopo l'iniziale confronto tra il modello semi-

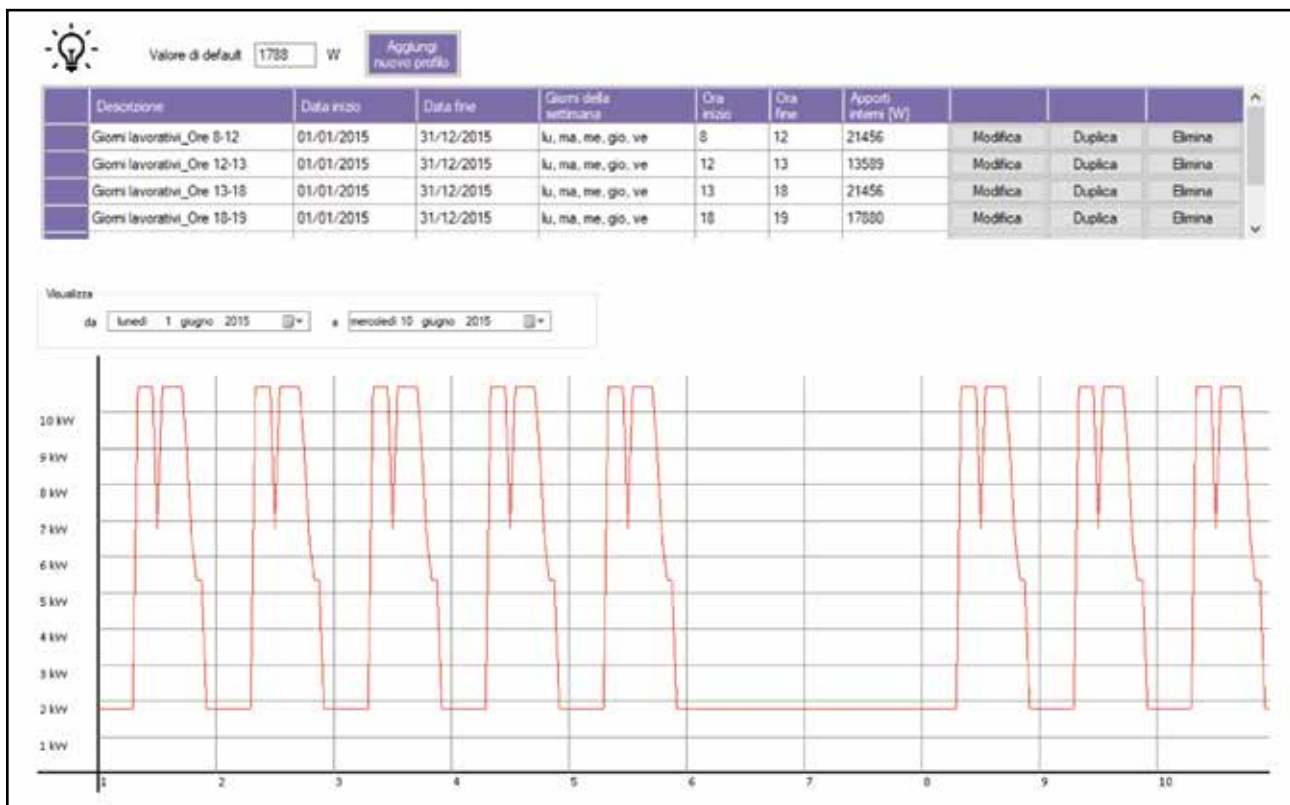


Figura 1: Esempio di profilo di carico personalizzato dovuto agli apporti interni [W], con distinzione tra giorni lavorativi e fine settimana (software: ICARO).

stazionario ed il corrispettivo dinamico, si è poi aumentato il livello di dettaglio di quest'ultimo lavorando sui parametri di ventilazione naturale ed apporti interni: per quanto riguarda la prima, sono stati ipotizzati specifici profili delle portate d'aria, distinguendo tra giorno e notte e tra le stagioni; per l'analisi dei carichi interni invece ci si è basati sulla BS ISO 18523-1:2016, che dedica una sezione agli edifici per uffici, includendo particolari profili di carico termico in termini di occupazione, illuminazione e apparecchiature.

Si parte quindi dall'analisi dei fabbisogni energetici di riscaldamento e raffrescamento, confrontando la potenza media mensile richiesta dal modello semi-stazionario con il trend orario del corrispettivo modello dinamico. Per comprendere meglio le evidenti differenze lungo il corso dell'anno, in figura (2) è riportato il focus su un periodo limitato, rappresentando in particolare il fabbisogno energetico stimato durante alcuni giorni a cavallo tra fine giugno e inizio luglio.

Ma possiamo approfondire l'analisi dei risultati dinamici, studiando la correlazione tra carichi e fabbisogni energetici su scala giornaliera.

Vediamo innanzitutto il legame tra il fabbisogno energetico di raffrescamento e gli apporti interni. Nel modello semi-stazionario i carichi termici gratuiti interni si basano sulle norme tecniche UNI/TS 11300 e sono riportati tali e quali nel corrispettivo modello dinamico di partenza.

Da qui, si è valutato l'effetto generato da una variazione dei profili di occupazione, illuminazione e apparecchiature, secondo quanto proposto dallo standard BS ISO 18523-1:2016: l'andamento orario dettagliato, la distinzione tra giorni lavorativi e festivi e i diversi valori di carico modificano drasticamente la curva di fabbisogno energetico all'interno delle zone termiche, come possiamo notare dalla rielaborazione dei dati in figura (3). Questo discorso vale soprattutto in caso di edifici caratterizzati da alta occupazione e carico termico dovuto alle apparecchiature elettroniche, come nel caso di un ufficio con molti dispositivi.

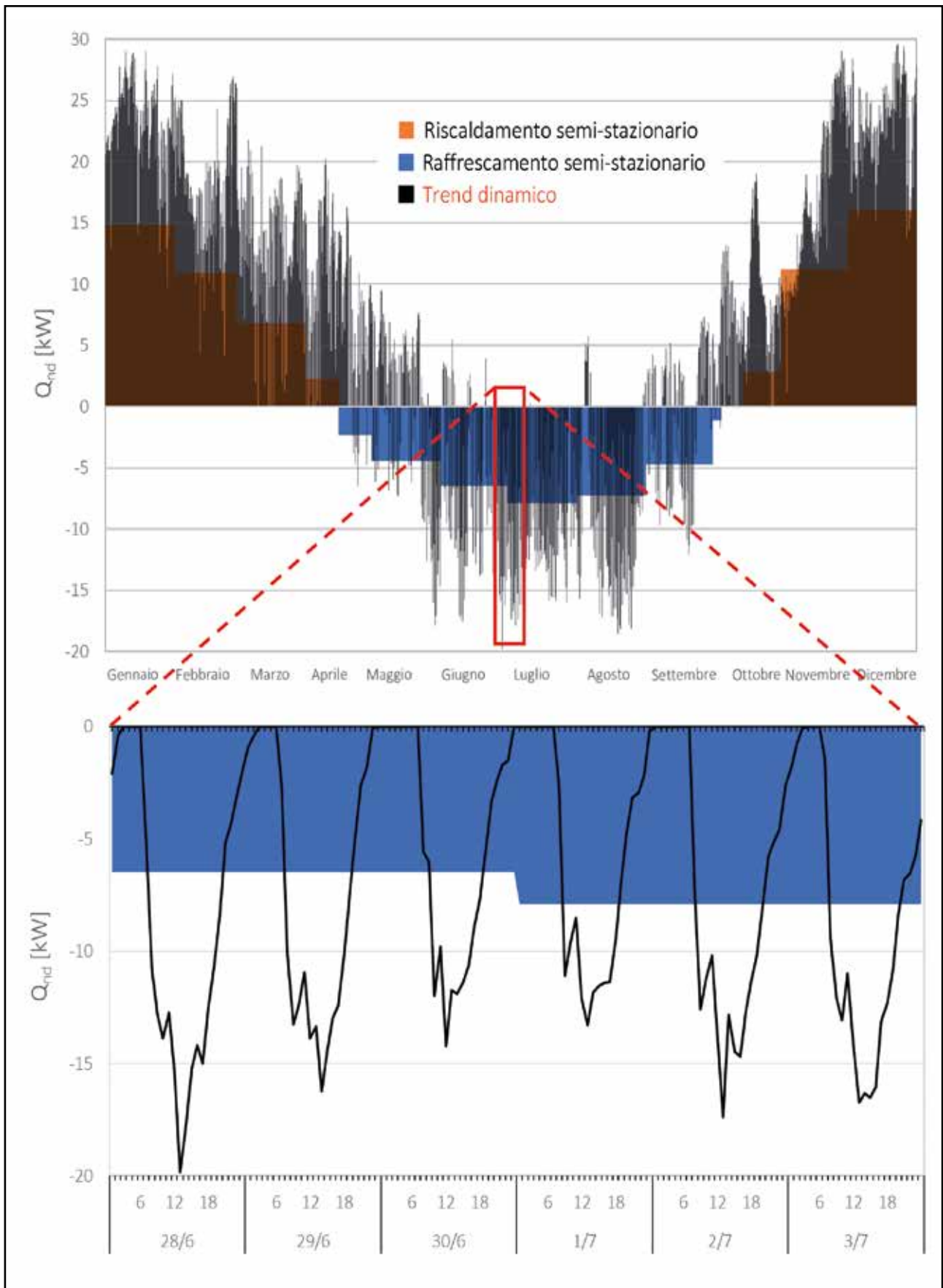


Figura 2: Confronto tra le potenze medie mensili richieste agli impianti di riscaldamento e raffrescamento del modello semi-stazionario e la potenza oraria del modello dinamico, con uno zoom su un periodo limitato per apprezzarne le differenze

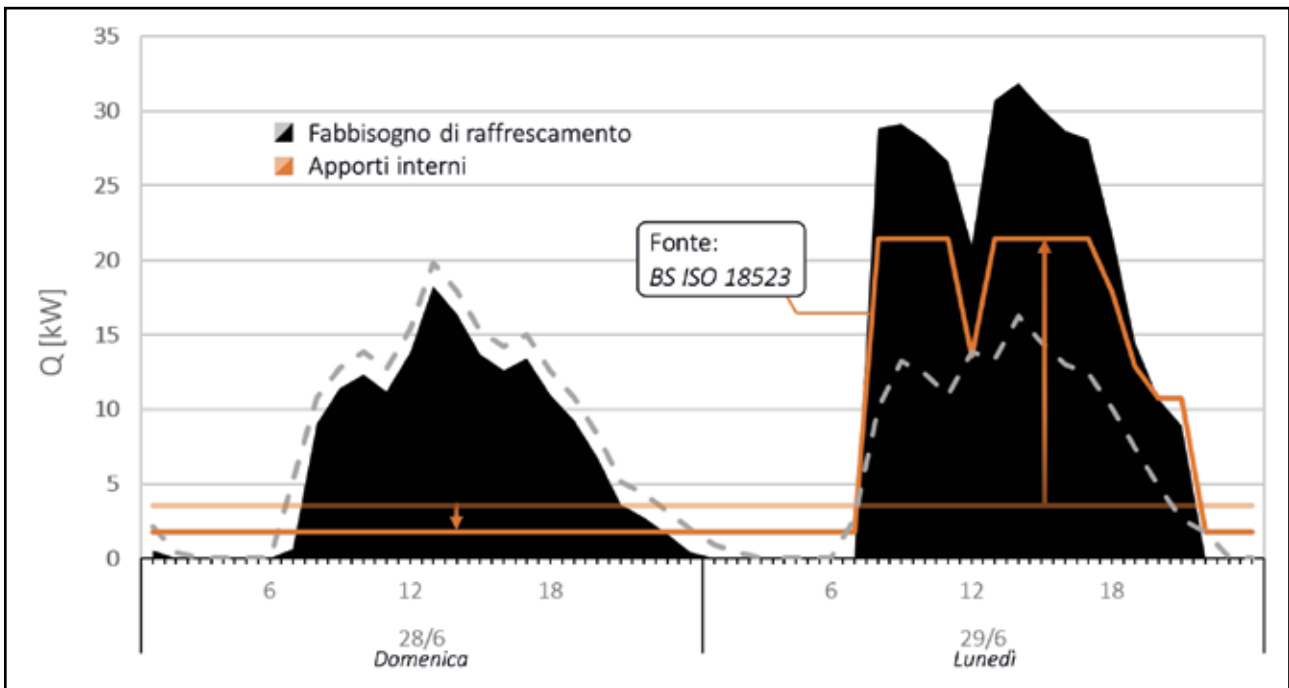


Figura 3: Correlazione tra fabbisogno energetico di raffrescamento e apporti interni: all'aumentare del profilo di carico nei giorni lavorativi, la richiesta di energia aumenta notevolmente

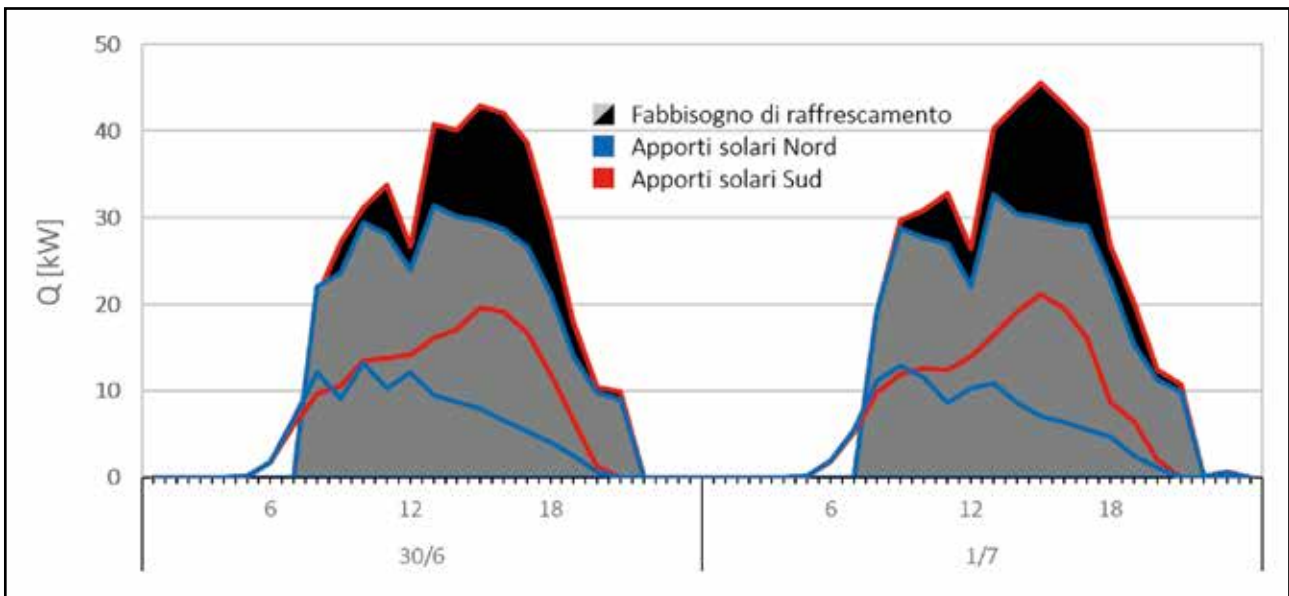


Figura 4: Differenze di impatto degli apporti solari sul fabbisogno energetico giornaliero di due zone termiche di area paragonabile ma diversa esposizione

Si è potuto inoltre studiare e capire le differenze in termini di apporti solari tra zone termiche con diversa esposizione, identificando i picchi di carico giornaliero e il rispettivo impatto sul fabbisogno di raffrescamento.

E ancora, il peso degli scambi energetici per ventilazione rispetto alla temperatura esterna: quando quest'ultima supera il valore di set-point fissato per l'attivazione dell'impianto di raffrescamento, la ventilazione naturale contribuisce

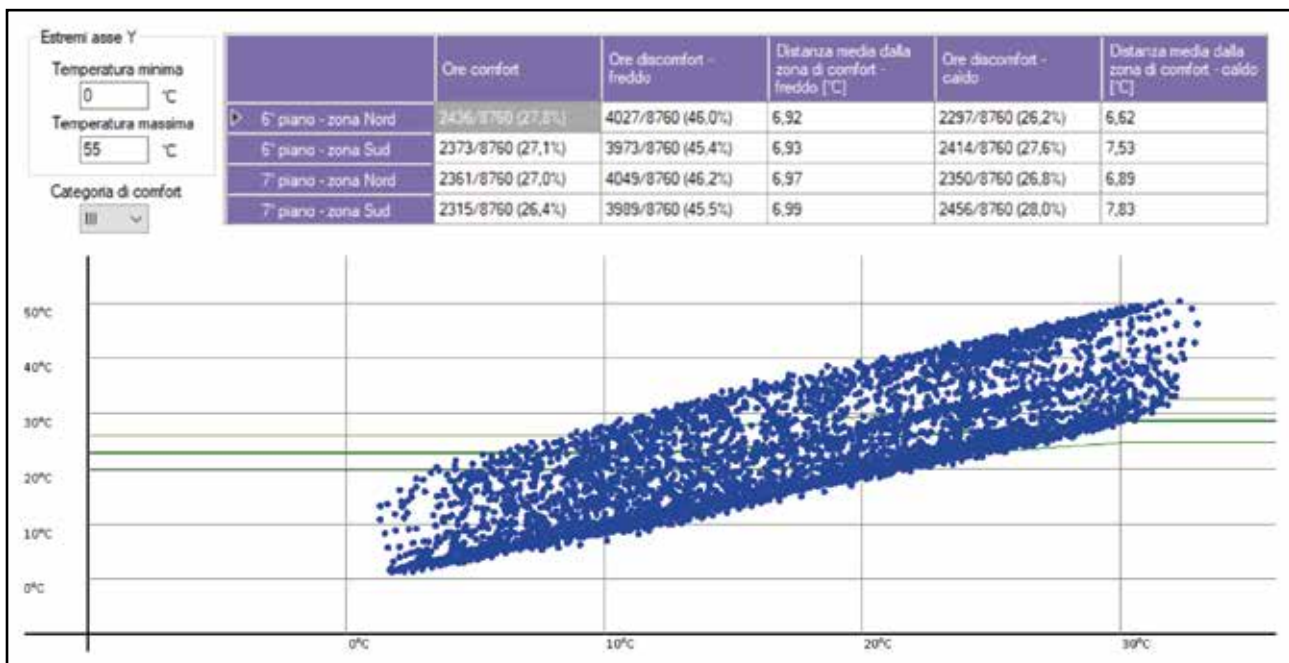


Figura 5: Andamento della temperatura operante interna (asse Y) in funzione della temperatura esterna, nell'ipotesi di impianti spenti. Il numero di ore di comfort dipende dalla categoria di comfort selezionata (software: ICARO)

ad aumentare i fabbisogni energetici della zona termica. Si può ad esempio simulare un innalzamento della temperatura esterna, per valutare gli effetti dei cambiamenti climatici o delle differenze climatiche dovute alla distanza tra il sito dell'edificio e dove sono stati raccolti i dati. Ma non solo, un'analisi dinamica ci permette di studiare la correlazione tra guadagni e perdite di calore per trasmissione e le proprietà inerziali dei componenti dell'involucro. Questo argomento però non è trattato nel presente caso studio: è la conformazione stessa dell'involucro poco massivo, infatti, a non garantire grossi benefici energetici in termini, ad esempio, di attenuazione o sfasamento dell'onda termica.

Per sottolineare ulteriormente le potenzialità dinamiche, la seconda parte di questo lavoro riguarda il comfort termico ed in particolare il comfort adattivo, con lo studio della temperatura operante in *free running conditions*.

Gli utenti sono capaci di adattare il proprio range di comfort termico, entro certi limiti, secondo il proprio grado di accettabilità, rappresentato nella UNI EN 15251 dalle fasce di comfort. Questo ha un effetto positivo sul numero di ore di comfort lungo l'anno, specialmente d'estate, come si può dedurre dal tipico grafico del comfort adattivo figura (5).

Partendo quindi da una rappresentazione oraria dei risultati, potremmo già essere in grado di fare considerazioni preliminari sulle strategie di efficienza energetica da adottare, un altro interessante modo per sfruttare le potenzialità offerte dal metodo dinamico.

In conclusione, affermiamo quindi che il metodo dinamico orario sia decisamente più efficace del metodo semi-stazionario mensile per questa tipologia di caso studio, non solo perché offre risultati più dettagliati ma anche perché ci aiuta a comprenderli ed individuare dove focalizzare maggiormente la nostra attenzione in fase progettuale. **E**

* Marco Lunati.

L'articolo si basa sulla tesi di laurea dell'autore dal titolo "Dynamic and semi-stationary calculation methods for building energy simulation: impacts on energy audit, loads and comfort analysis in two real case scenarios" (relatore Prof. Ing. Andrea Giovanni Mainini, Politecnico di Milano - correlatore Ing. Giorgio Galbusera, ANIT).

Per la stesura della tesi è stato svolto un tirocinio presso ANIT finalizzato all'attività di ricerca sui metodi di calcolo per la simulazione energetica degli edifici, alla validazione dei software distribuiti dall'Associazione e allo studio di due casi studio reali.