



1984 – 2024

ANIT

ASSOCIAZIONE NAZIONALE
PER L'ISOLAMENTO
TERMICO E ACUSTICO

6° Congresso Nazionale ANIT
21-22 novembre 2024

Verso il regime dinamico: metodi e prospettive

**Prof.Ing. Costanzo Di Perna – Università
Politecnica delle Marche**

Diritti d'autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore.

Prof.Ing. Costanzo Di Perna



Allegato 1

Il fabbisogno e il consumo di energia per il riscaldamento o il raffrescamento di ambienti, la produzione di acqua calda per uso domestico, la ventilazione, l'illuminazione integrata e altri sistemi tecnici per l'edilizia sono calcolati facendo uso di intervalli di calcolo del tempo mensili, orari o suborari in modo da **tenere conto delle condizioni variabili** che incidono sensibilmente sul funzionamento e sulle prestazioni dell'impianto, come pure sulle **condizioni interne**, e da **ottimizzare il livello di benessere, la qualità dell'aria interna, compreso il comfort**, come definiti dagli Stati membri a livello nazionale o regionale.

Metodo di calcolo

Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti - Parte 1: Procedure di calcolo



UNI EN ISO
52016-1

MARZO 2018



Prestazione energetica degli edifici - Condizioni climatiche esterne - Parte 1: Conversione dei dati climatici per i calcoli energetici



UNI EN ISO
52010-1

MARZO 2018

NOVITA'

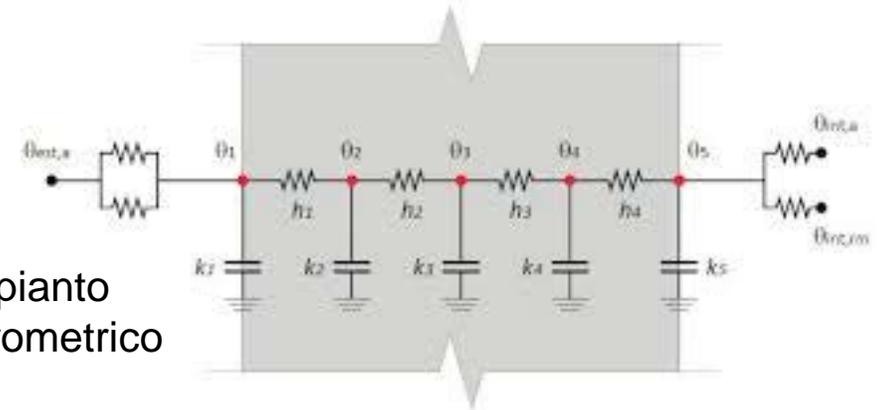
- Calcolo orario dinamico del fabbisogni di energia (sensibili e latenti)
- Calcolo della temperatura dell'aria, media radiante e operativa di ogni ztc

VANTAGGI

- Migliora la previsione del comportamento estivo e invernale dell'edificio
- Utile per individuare la potenza di picco dell'edificio per dimensionare l'impianto
- Valutazione della temperatura operativa anche ai fini del comfort termoigrometrico
- Possibilità di inserire profili di utenza
- Migliore valutazione della radiazione solare e dei contributi dei sistemi di ombreggiamento

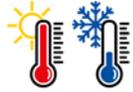
SVANTAGGI

- Maggior tempo per l'elaborazione del calcolo e per l'inserimento dei dati di input ??????



Metodo di calcolo

Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti - Parte 1: Procedure di calcolo



UNI EN ISO
52016-1

MARZO 2018



Prestazione energetica degli edifici - Condizioni climatiche esterne - Parte 1: Conversione dei dati climatici per i calcoli energetici



UNI EN ISO
52010-1

MARZO 2018

SVANTAGGI

- Maggior tempo per l'elaborazione del calcolo

PERCHÉ?



M. MENSILE
(UNI/TS 11300)



1 equazione di bilancio termico sull'aria al mese =
12 equazioni

**M. ORARIO
DINAMICO**
(UNI EN ISO 52016
Allegato Europeo)

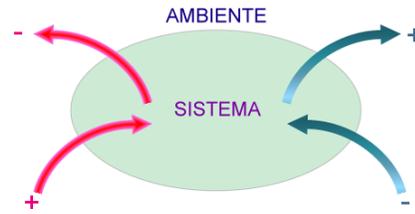


1 equazione di bilancio termico sull'aria +
5 x n° di superfici opache della ztc (6) +
2 x n° di superfici vetrate della ztc (1) =
33 equazioni x 8760 ore = 289 080 equazioni

Bilancio energetico di zona

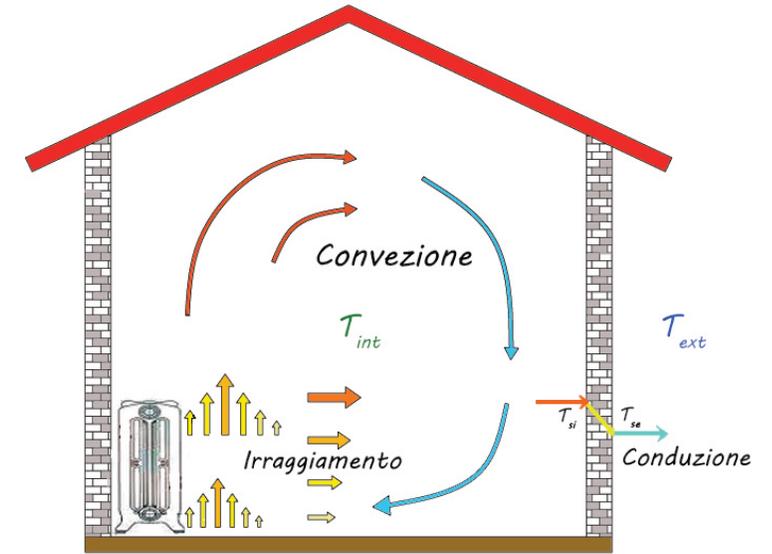
VARIAZIONE DI ENERGIA INTERNA

$$\frac{C_{int;ztc}}{\Delta t} \cdot (\theta_{int;a;ztc;t} - \theta_{int;a;ztc;t-1})$$



SCAMBIO PER CONVEZIONE TRA ELEMENTI ED ARIA

$$\sum_{eli=1}^{eln} (A_{eli} \cdot h_{ci;eli}) \cdot \theta_{int;a;ztc;t} - \sum_{eli=1}^{eln} ((A_{eli} \cdot h_{ci;eli}) \cdot \theta_{pIn;eli;t})$$

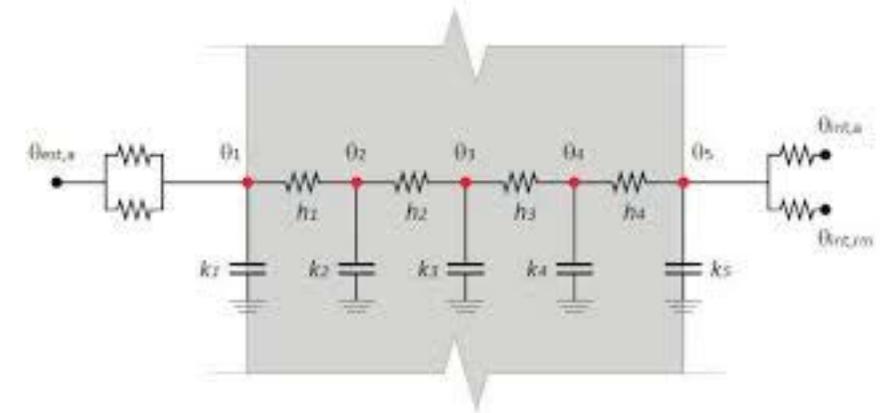
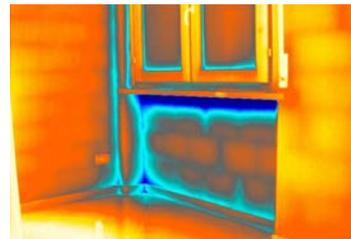


SCAMBIO PER VENTILAZIONE

$$\sum_{vel=1}^{ven} H_{ve;vel;t} \cdot \theta_{int;a;ztc;t} - \sum_{vel=1}^{ven} (H_{ve;vel;t} \cdot \theta_{sup;vel;t})$$

SCAMBIO TERMICO ATTRAVERSO I PONTI TERMICI

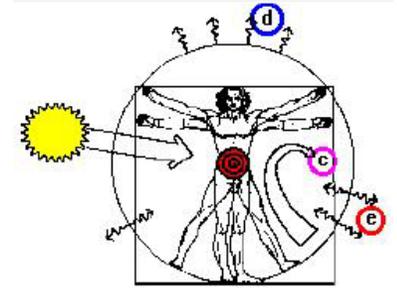
$$H_{tr;tb;ztc} \cdot (\theta_{int;a;ztc;t} - \theta_{e;a;t})$$



Bilancio energetico di zona

APPORTI INTERNI

$$f_{\text{int},c} \cdot \Phi_{\text{int};ztc;t} + f_{\text{sol},c} \cdot \Phi_{\text{sol};ztc;t} + f_{H/C,c} \cdot \Phi_{HC;ztc;t}$$



Bilancio energetico di zona

Apporto solare trasmesso direttamente all'interno della zona determinato secondo §6.5.14

$$\Phi_{sol;dir;zt;t} = \sum_{wi=1}^{win} \left[g_{gl;wi;t} \cdot \left(I_{sol;dif;wi;t} + I_{sol;dir;wi;t} \cdot F_{sh;obst;wi;t} \right) \cdot A_{wi} \cdot \left(1 - F_{fr;wi} \right) \right] \quad (69)$$

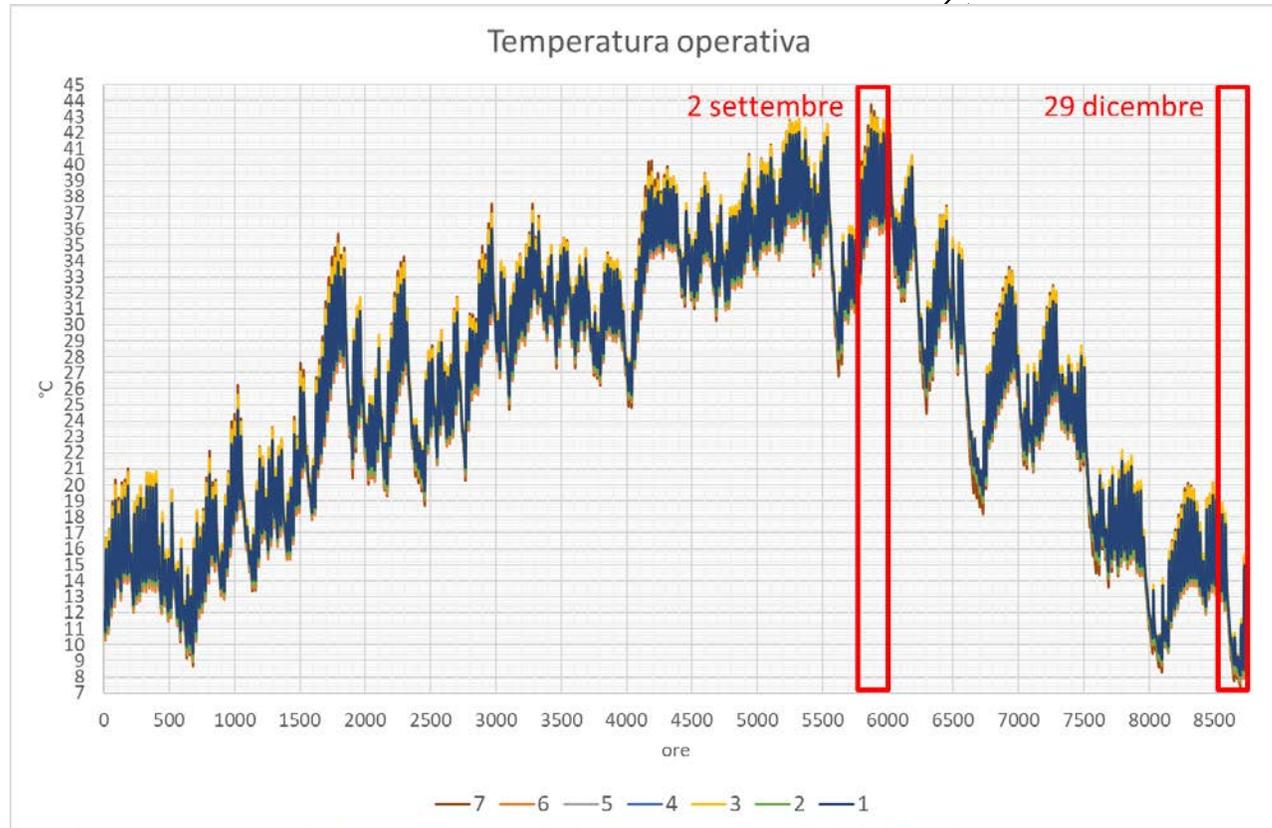


Temperatura operativa

Temperatura dell'aria
interna

Temperatura media
radiante

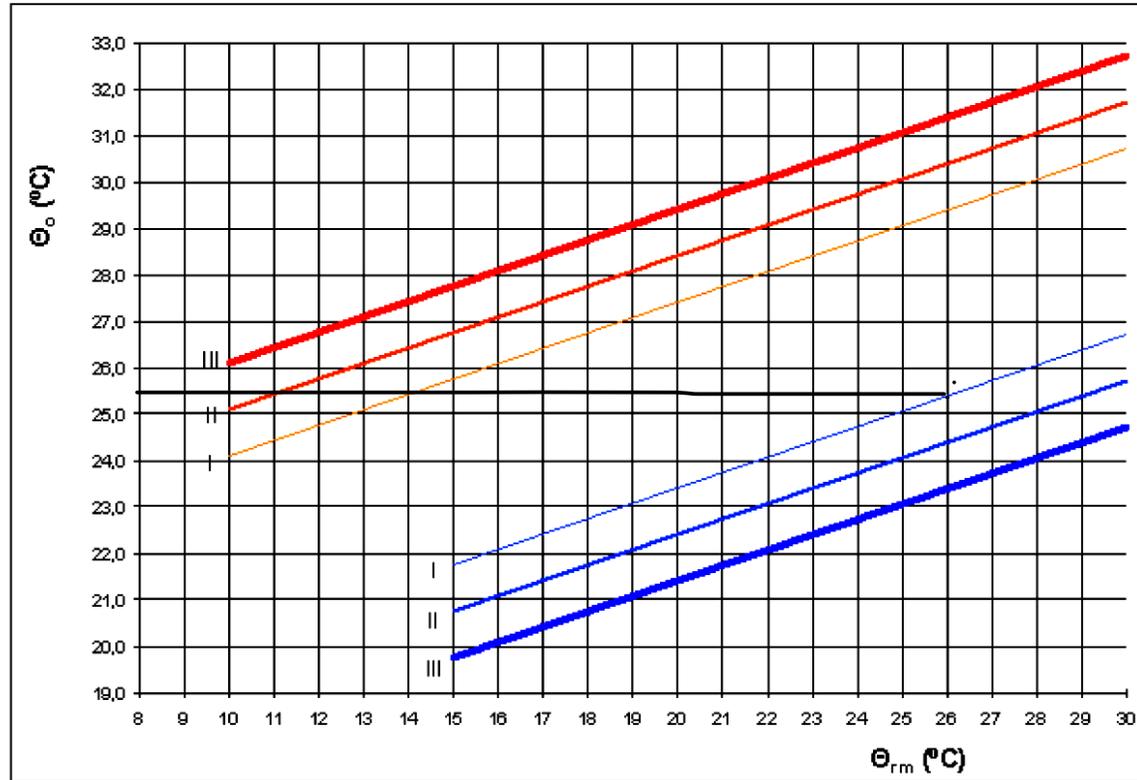
$$\theta_{int;op;ztc;t} = \frac{\theta_{int;a;ztc;t} + \theta_{int;r;mn;ztc;t}}{2}$$



TEMPERATURE ACCETTABILI INTERNE PER LA PROGETTAZIONE DI EDIFICI

SENZA SISTEMI DI RAFFRESCAMENTO MECCANICI

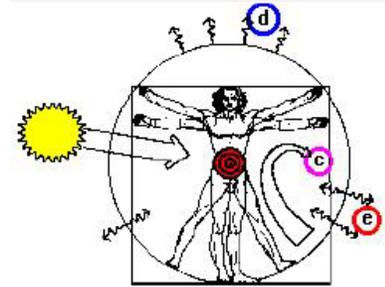
Figure A.1 Temperature interne accettabili "estive" (stagione di raffreddamento)



Key

θ_{rm} = Outdoor Running mean temperature °C.

θ_o = Operative temperature °C.



--- Limiti superiori
--- Limiti inferiori

UNI EN 16798-1

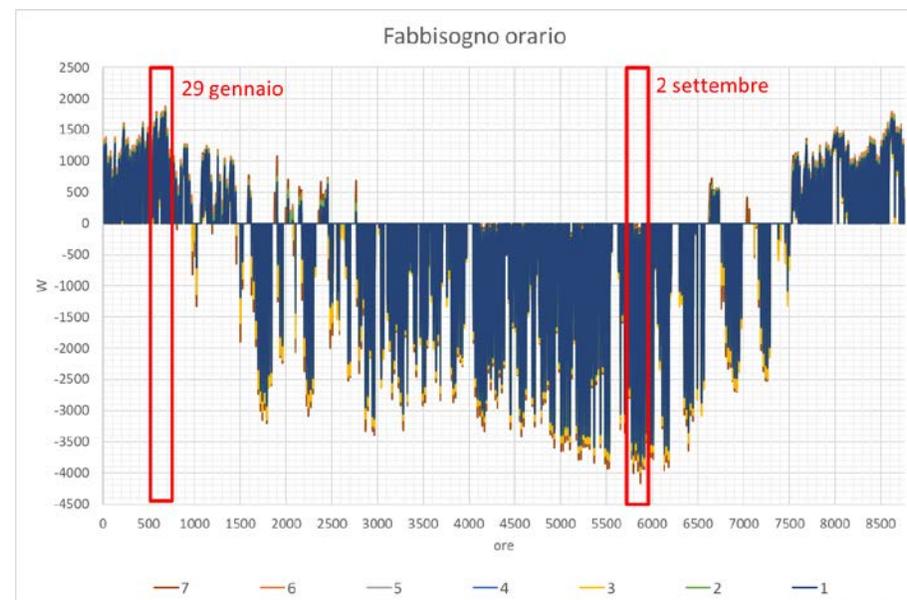
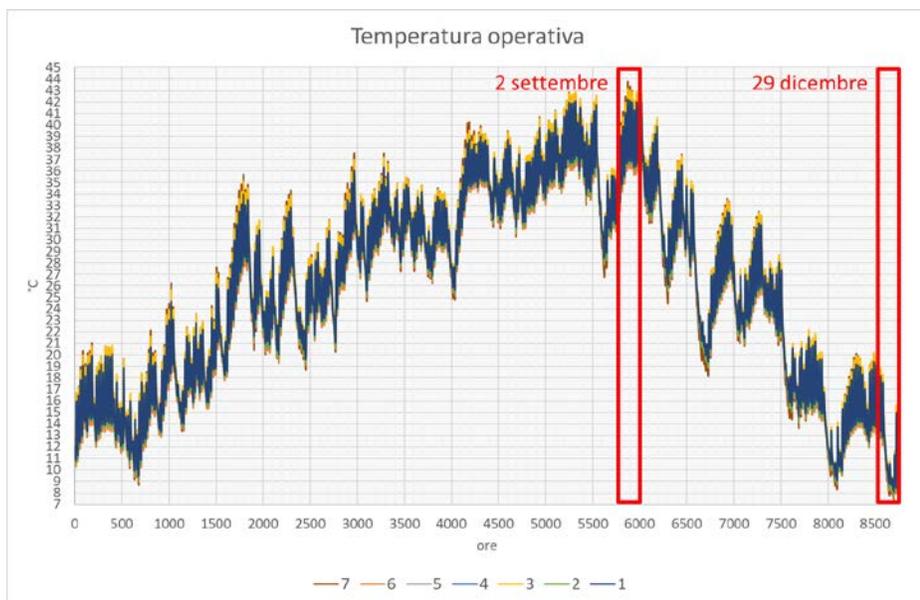
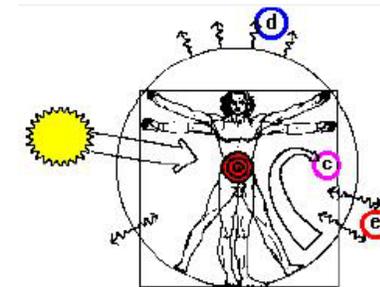
Possibilità di simulazione



IMPIANTO OFF



IMPIANTO ON



Hourly dynamic and monthly semi-stationary calculation methods applied to nZEBs: Impacts on energy and comfort

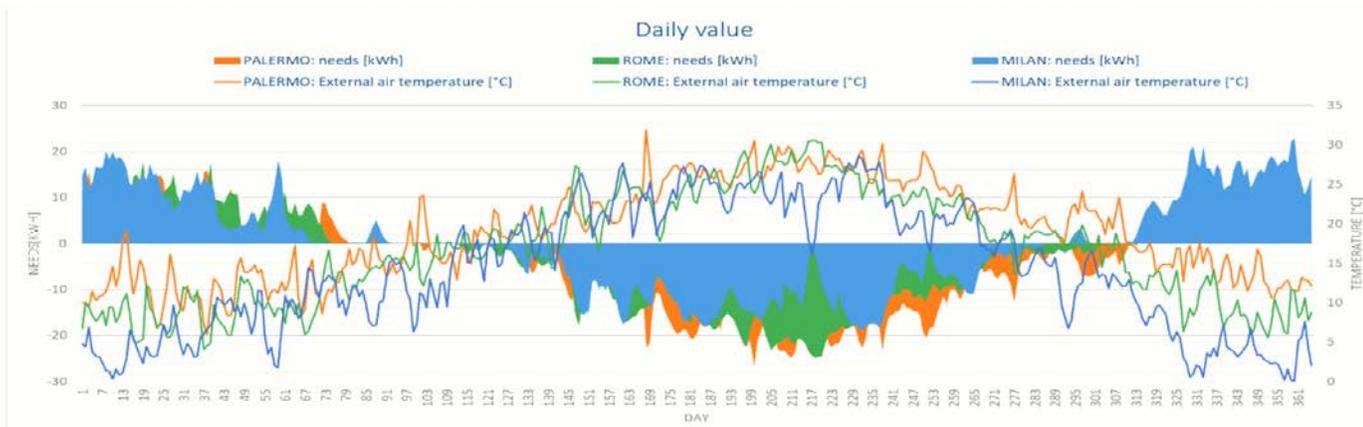
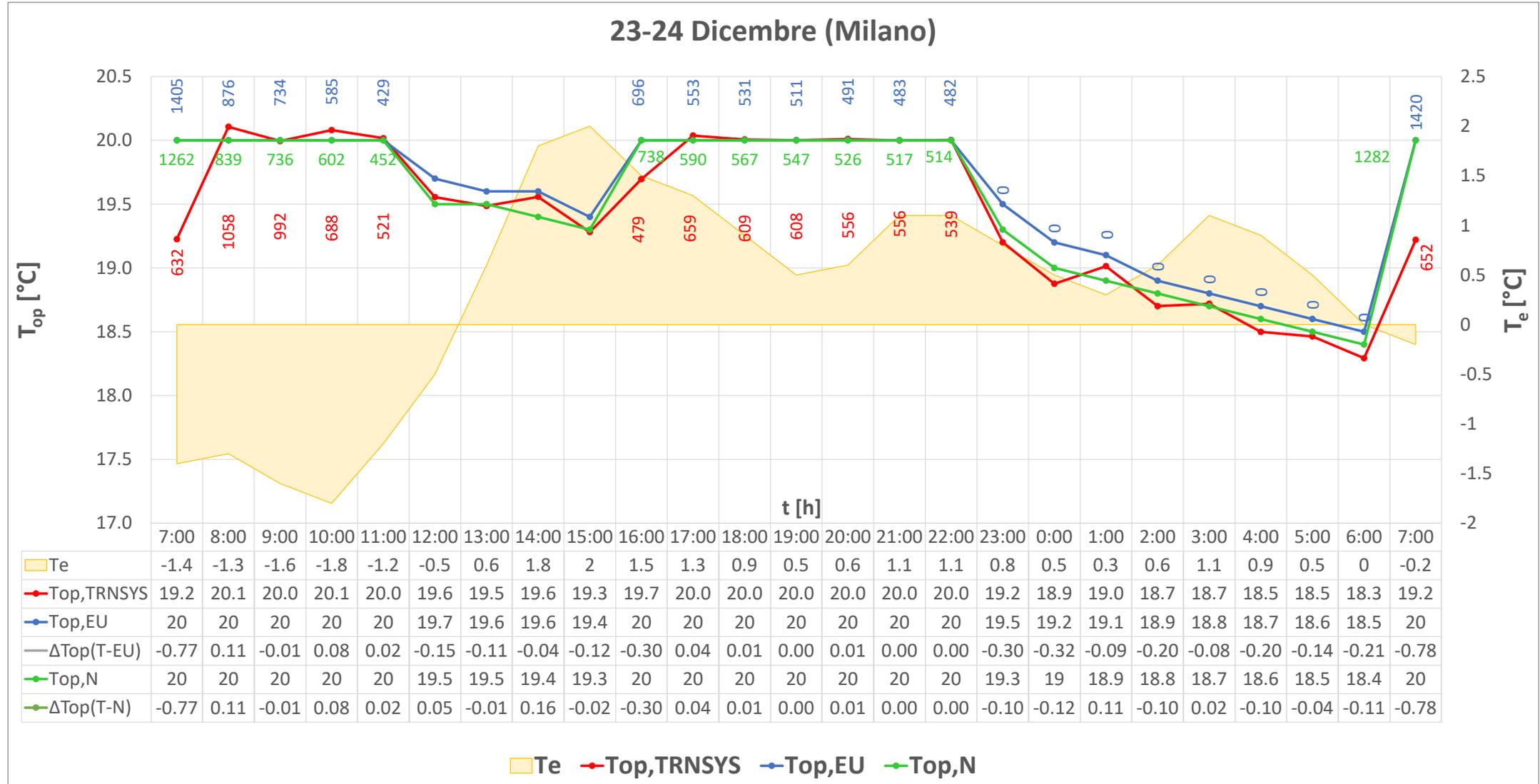


Figure 2. Daily average of hourly load and external air temperature (UNI EN ISO 52016-1)

Il metodo mensile quasi stazionario descritto nella UNI/TS 11300-1/2 non riesce a rappresentare accuratamente le variazioni dinamiche delle condizioni al contorno e dei profili di utilizzo, nonché della risposta inerziale dell'edificio.



Figure 4. Mean and standard deviation of the hourly needs obtained with the hourly dynamic method compared to the average hourly values obtained with the monthly quasi steady-state method



Utilizzo del metodo dinamico orario ai fini della valutazione di una pompa di calore

Utilizzando la EN 15316-4-2 con i dati di input per il fabbisogno energetico orario, calcolato secondo la norma EN ISO 52016-1 per una pompa di calore è possibile valutare:

- Il COP con l'uso di un profilo di riscaldamento intermittente rispetto ad una modalità di riscaldamento continuo costante;
- La potenza richiesta nelle prime ore di funzionamento e i fattori di carico nelle successive ore.
- Il dimensionamento della pompa di calore in maniera precisa senza rischi di sovra o sotto dimensionamento.
- Accoppiamento pompa di calore e fotovoltaico



Risultati dettagliati potrebbero aprire la strada a un'ottimizzazione più rigorosa delle schermature solari e delle dimensioni degli HVAC e della logica di controllo, di cui i climi dominati dal raffreddamento trarrebbero particolare beneficio.

CONTATTI

Prof.Ing. Costanzo Di Perna

Email: c.diperna@univpm.it

Grazie per l'attenzione