

Open Workshop
29 novembre 2010

Progetto SIMEA:
Sistema Integrato/distribuito di Monitoraggio
Energetico ed Ambientale

Modellizzazione del sistema edificio-impianto

Michele Pasqualetto
Dipartimento di Fisica Tecnica
Università di Padova
E-mail: michele_pasqualetto@libero.it

I software di simulazione edificio-impianto

Cosa sono i software di simulazione edificio-impianto

- Sono software che calcolano flussi di energia e materia necessari per mantenere le condizioni interne richieste
- Alcuni software di simulazione edificio-impianto:
 - EnergyPlus (DesignBuilder)
 - Energy10
 - BLAST
 - DOE-2
 - ESP-R
 - TRNSYS
 - IES<VE>
 - ...

Scopi dei software di simulazione edificio-impianto

- Scopi:
 - Dimensionamento di impianti termici
 - Verifica teorica di impianti termici
 - Analisi energetiche
 - Definizione delle condizioni di comfort (termoigrometrico e visivo) ottenibili
- Importanza: consentono di studiare soluzioni innovative d'impianto, in modo da definire le migliori strategie progettuali (per nuove costruzioni e rinnovamenti), utile specialmente nel caso di commesse atipiche e per la valutazione di interventi di retrofit
- Software diversi per scopi diversi

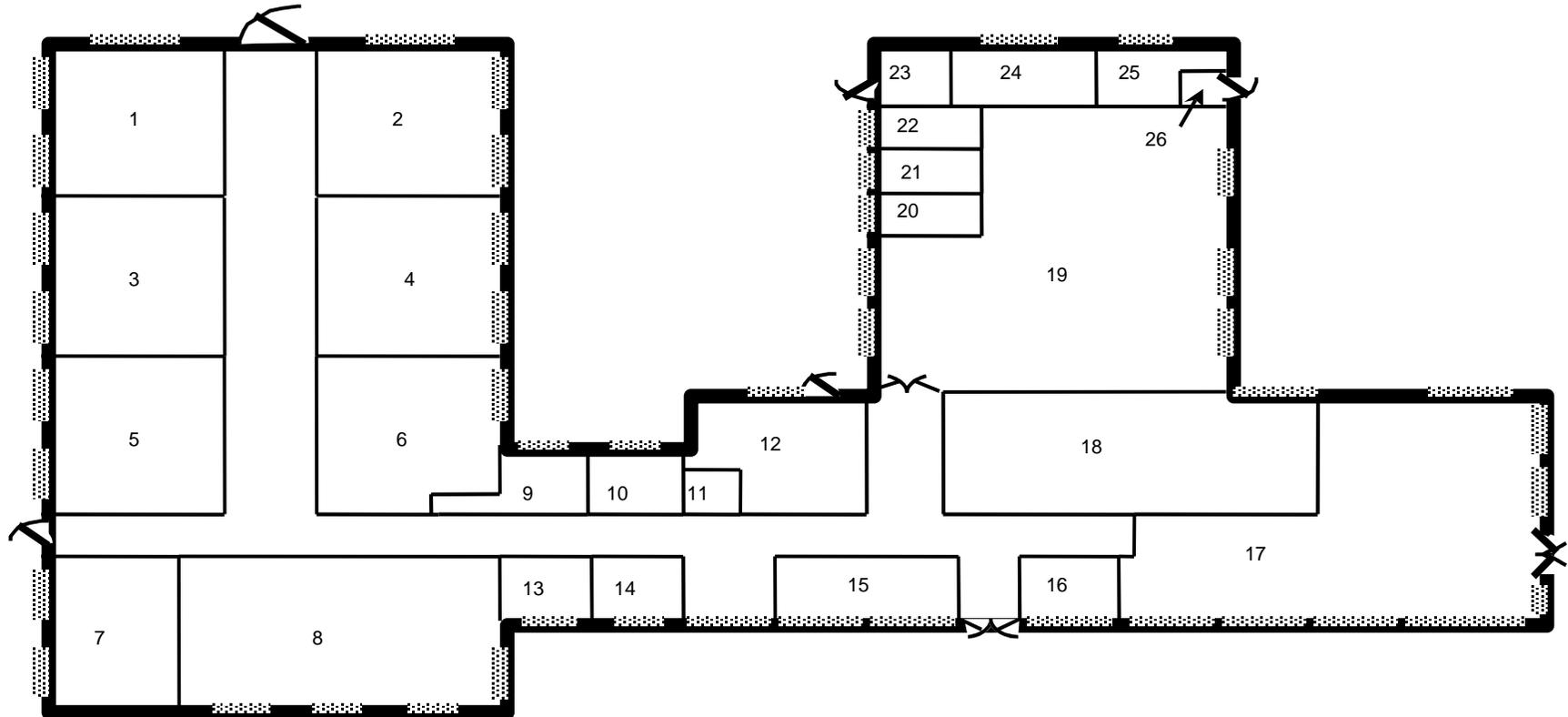
Principi base nella simulazione del complesso edificio-impianto

- Approccio fisico:
 - Approccio ai volumi finiti
 - Conservazione della massa (aria e vapor d'acqua)
 - Conservazione dell'energia
 - Regime dinamico (dunque necessario per la stagione estiva), con time-step di calcolo sub-orario
 - Vengono generalmente considerati tutti gli scambi termici:
 - Conduzione
 - Convezione
 - Irraggiamento (alta e bassa frequenza)
- Approccio impiantistico
 - Varie forme di carichi termici dovuti all'occupazione
 - Gestione della regolazione in ambiente e in impianto
 - Gestione dei sistemi di ombreggiamento

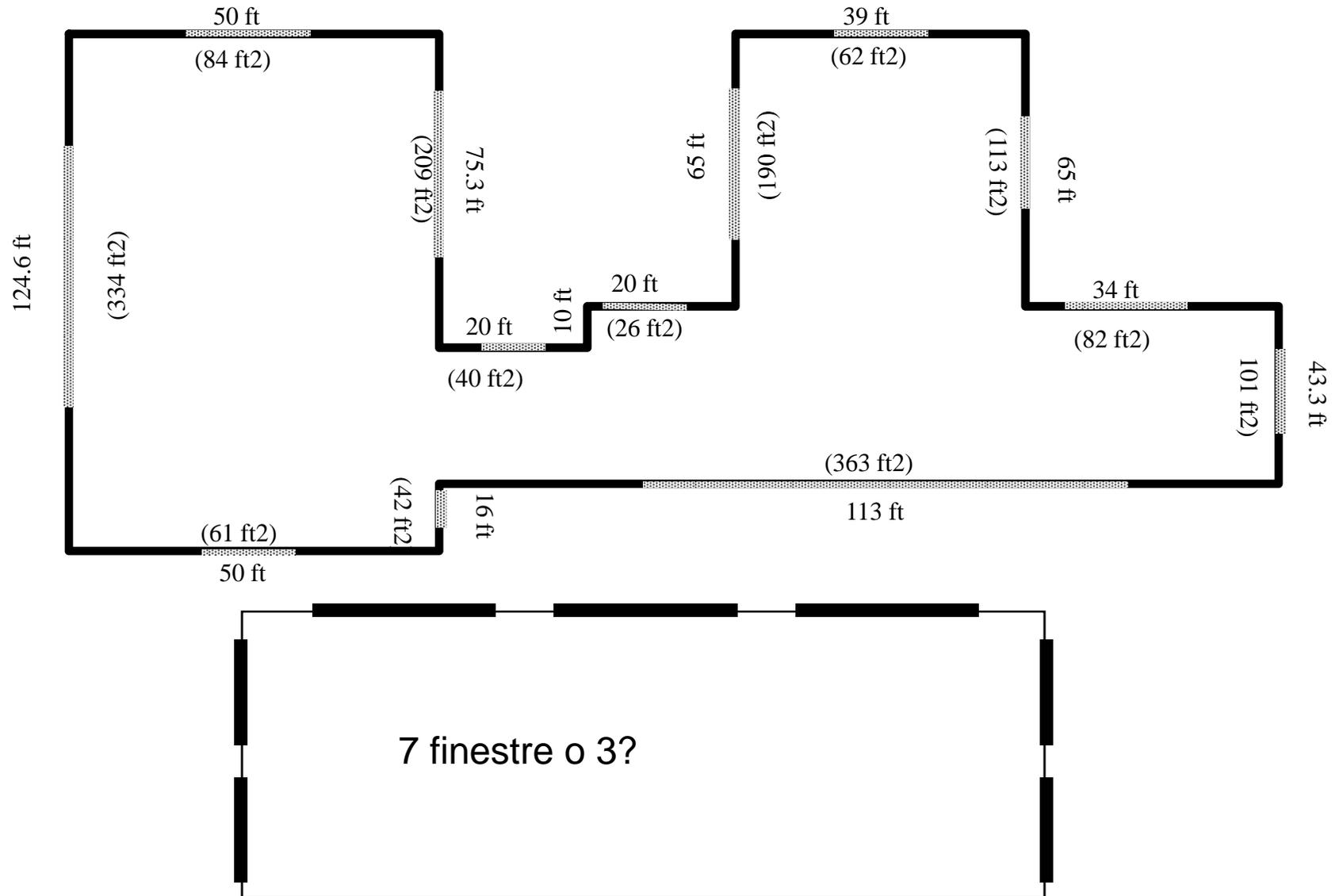
Altre potenzialità

- Previsione oraria dell'energia primaria consumata, al variare delle prestazioni delle macchine di generazione dell'energia termica
- Previsione del comportamento di sistemi complessi (impianti ad aria centralizzati, accumuli termici,...)
- Previsione degli effetti conseguenti alla ventilazione naturale degli ambienti
- Previsione del comportamento di sistemi "accessori", quali fotovoltaico e motori per la cogenerazione
- Gestione integrata dei comportamenti termico, igrico e illuminotecnico

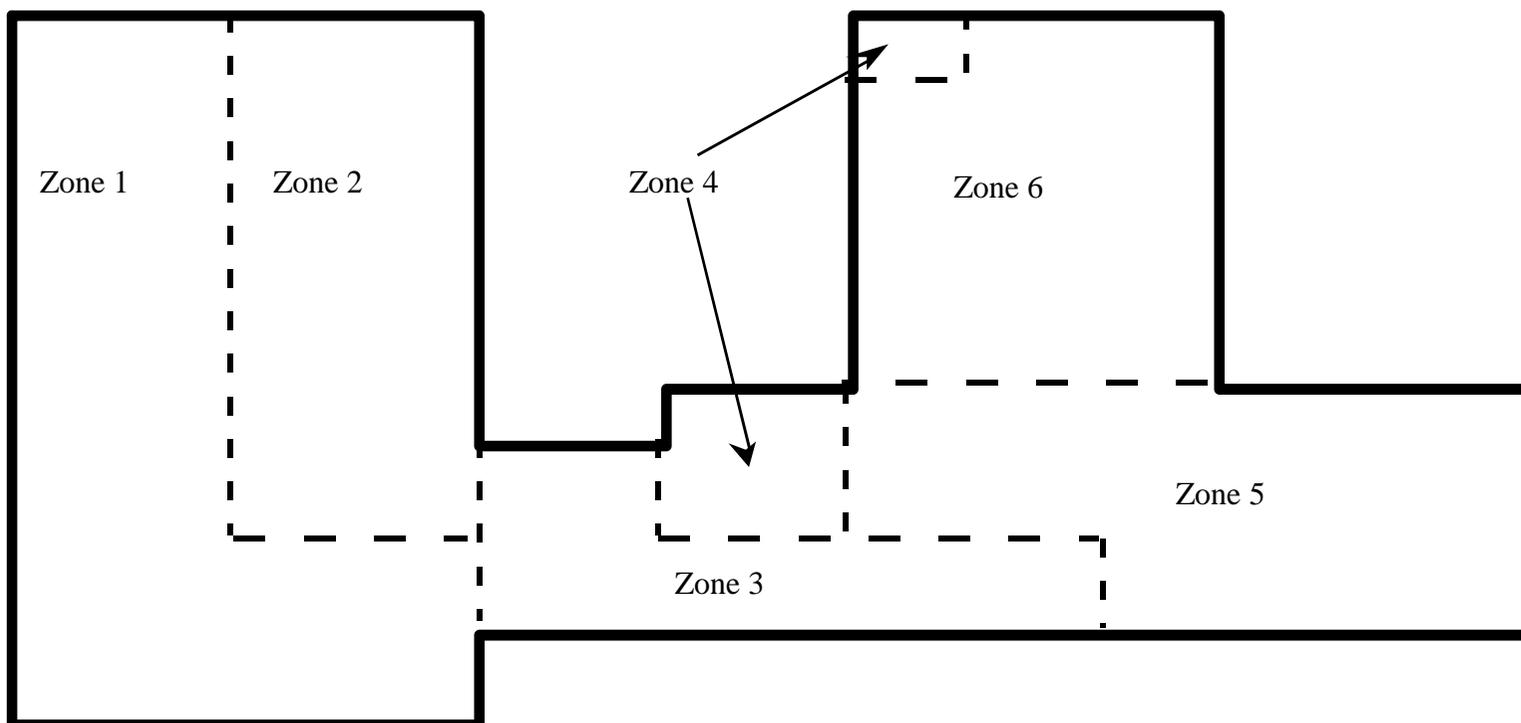
Semplificazione del dominio e accuratezza {1/4}



Semplificazione del dominio e accuratezza {2/4}



Semplificazione del dominio e accuratezza $\{3/4\}$



Semplificazione del dominio e accuratezza {4/4}

- I tre test principali:
 - Differenze di temperatura
 - Anche ad opera di una diversa gestione della temperatura di setpoint
 - Destinazione d'uso, guadagni termici:
 - Ivi compresa anche una diversa ventilazione
 - Condizioni ambientali:
 - Esposizione
 - Contatto con l'ambiente esterno o il terreno

Caso studio

Scopo del lavoro

- Modellizzazione di due ambienti del terziario presso la sede di Ri.Cert. → Confronto della temperature dell'aria tra
 - Misure effettuate con sensori (tra 13-08 e 21-08-2010)
 - Simulazione con EnergyPlus
 - Simulazione con Trnsys

Software {1/3}

- Modellizzazione in regime dinamico
- Input
 - Geometria superfici opache e trasparenti
 - Occupazione delle zone termiche
 - Impianto meccanico, di ventilazione, di condizionamento
- Output
 - Temperatura media dell'aria e media radiante
 - Livello di umidità
 - Radiazione entrante
 - Potenze di riscaldamento e raffrescamento

Software {2/3}

ENERGYPLUS

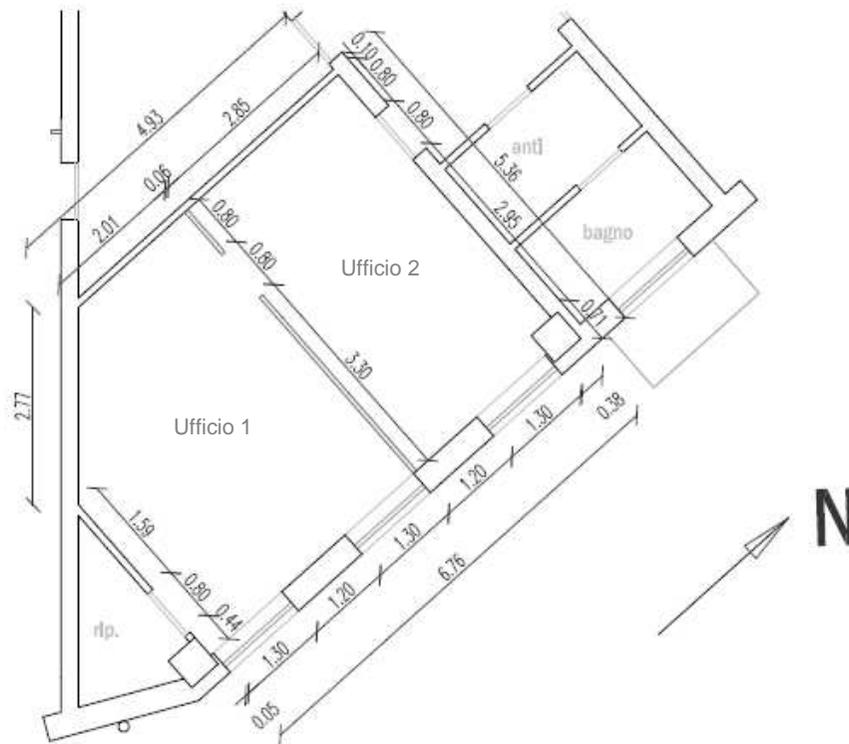
- Sviluppato dal Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti (USDOE)
- E' l'evoluzione di BLAST e DOE-2
- Linguaggio di programmazione: Fortran

Software {3/3}

TRNSYS

- Sviluppato da Università del Wisconsin del Colorado
- Strumento flessibile, include una libreria estendibile di modellizzazione dei componenti
- Composto da un'interfaccia di visualizzazione impiantistica (Simulation Studio) e una di descrizione geometrica e gestionale dell'edificio (TRNBuild)
- Interfacciabile con altri programmi come COMIS, CONTAM, MATLAB, ...

Definizione del modello {1/2}



Dati geometrici

- Piano primo, esposizione a est
- Ufficio 1: oscurato con veneziane abbassate
- Ufficio 2: con veneziane alzate

Definizione del modello {2/2}

Stratigrafia delle pareti

Ricavata dalla variante
della “legge 10”

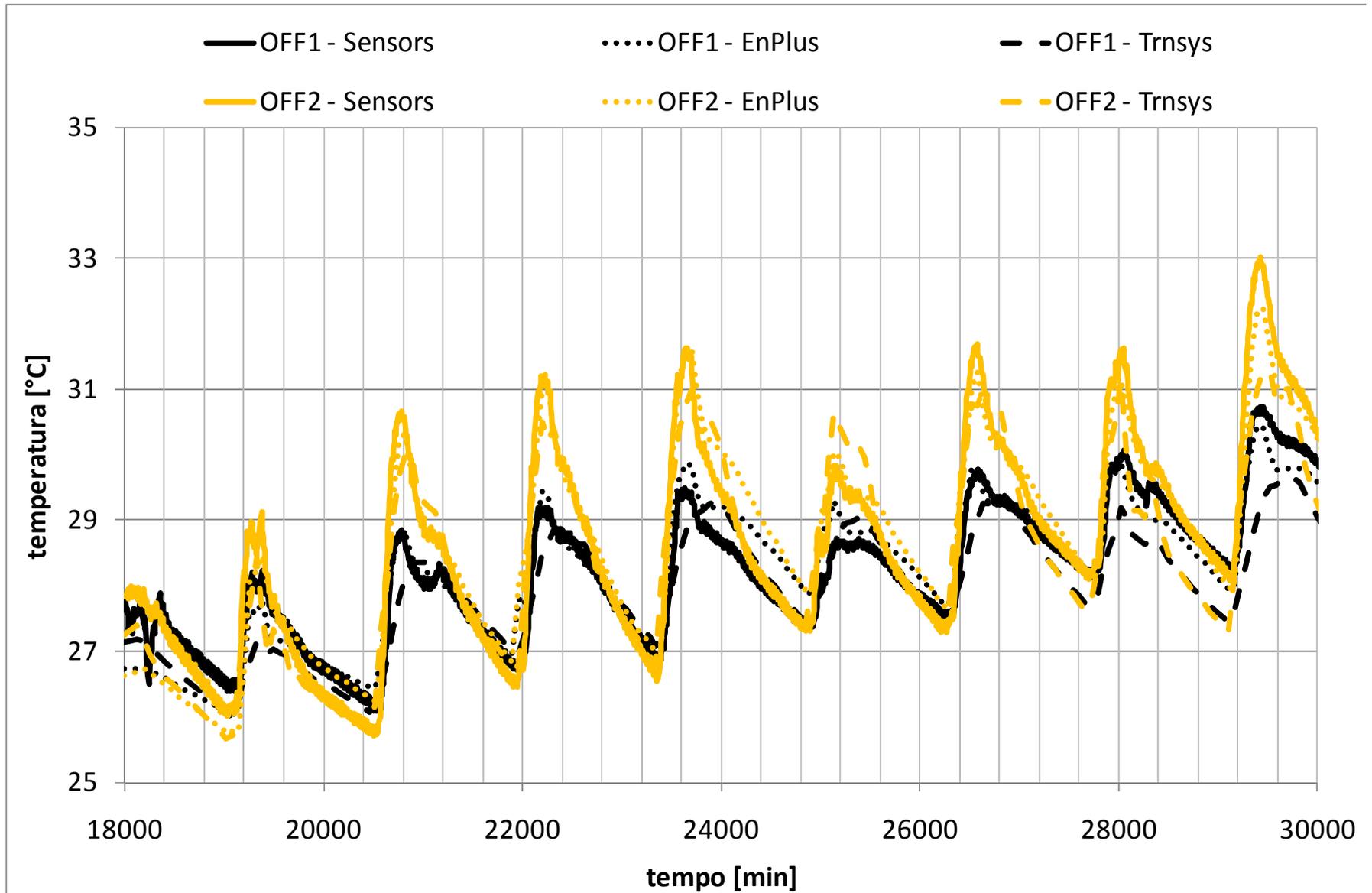
Elementi finestrati
 $U=2.75 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

	Materiale	Spessore [m]	Conduttività termica [W/(m·K)]	Densità [kg/m ³]
Pareti interne	Calcestruzzo	0.1	0.930	1800
Muratura esterna	Intonaco	0.020	0.900	1800
	Laterizio termico	0.250	0.280	700
	Calcestruzzo	0.050	0.930	1800
	Polistirene espanso	0.100	0.045	15
	Calcestruzzo	0.050	0.930	1800
Pavimento	Intonaco	0.010	0.900	1800
	Solaio di laterizio	0.200	0.630	800
	Calcestruzzo	0.030	0.930	1800
	Poliuretano espanso	0.040	0.032	32
	Guaina asphaltata	0.008	0.160	1100
Copertura piana	Calcestruzzo	0.10	0.930	1800
	Guaina asphaltata	0.004	0.160	1100
	Poliuretano espanso	0.040	0.032	32
	Guaina asphaltata	0.004	0.160	1100

Modellazione

- 3 zone termiche:
 - Ufficio1
 - Ufficio 2
 - Volume UPS
- Dati meteo: ARPA Veneto, dal giorno 01-08-2010 al giorno 15-09-2010
- La simulazione comprende anche il periodo compreso tra il giorno 01-08 e il giorno 13-08-2010, per considerare l'inerzia termica dell'edificio
- Ricambi orari pari a 0.1 h^{-1}
- Abbaino sul tetto della zona UPS: pari alla quota parte spettante in base all'area totale in pianta degli uffici
- Massa interna di 0.12 m^3 di legno a simulare l'arredamento
- Zone confinanti con le seguenti temperature
 - Zone abitabili: 27°C
 - Zona UPS: 27°C

Risultati



Conclusioni

- I modelli in EnergyPlus e Trnsys proposti sono risultati entrambi sufficientemente fedeli alle misure, pur se a seguito di opportune assunzioni modellistiche pienamente giustificabili e coerenti con la configurazione dei locali simulati e con le relative condizioni d'uso. In particolare, è necessario un elevato dettaglio nella definizione delle condizioni al contorno, anche per le zone climatizzate esterne agli ambienti simulati.
- Le ipotesi descritte dovranno comunque essere validate attraverso le seguenti azioni:
 - Svolgimento di misure attraverso termoflussimetro per verificare l'effettiva trasmittanza delle pareti
 - Verifica presso Ri.Cert. delle effettive modalità di conduzione dei locali oggetto d'indagine nel corso dei rilevamenti e in quelli limitrofi (es.: eventuali occupazioni temporanee nella stanza, temperature di setpoint e periodi d'accensione dei sistemi di climatizzazione,...)
- La predizione delle temperature all'interno degli uffici esaminati è migliore nel caso dell'ufficio 1 (veneziane abbassate)
- Nel futuro: simulazione di ambienti contraddistinti da modalità d'occupazione reali → Sarà necessario procedere alla dettagliata rilevazione dei parametri d'occupazione e ventilazione.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE