

**IL CONVEGNO INIZIA ALLE ORE 10:00**

# **EFFICIENZA ENERGETICA NEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE**

**11 novembre 2021**





Ministero dello Sviluppo Economico

MINISTERO DELLA  
TRANSIZIONE ECOLOGICA

UNI ENTE ITALIANO  
DI NORMAZIONE



# ATTIVITÀ

# ISTITUZIONALI

ENEA



PROTOCOLLO  
**ITACA**

Regione Emilia-Romagna

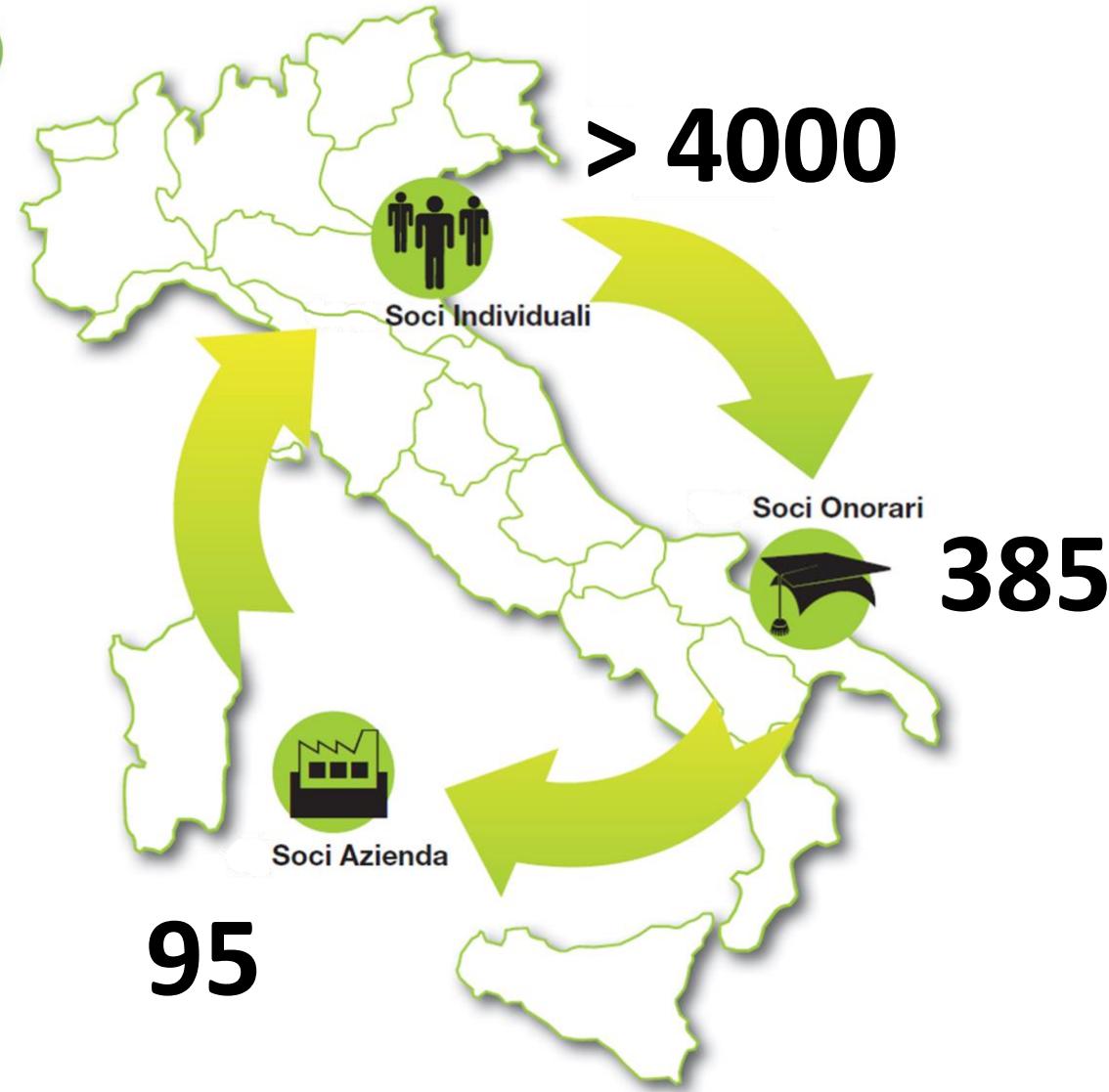
REGIONE  
PIEMONTE

Regione Siciliana



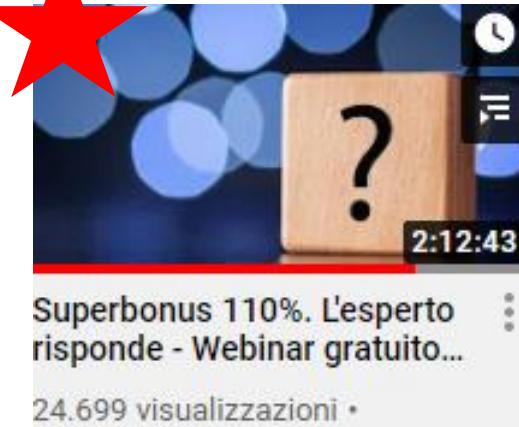
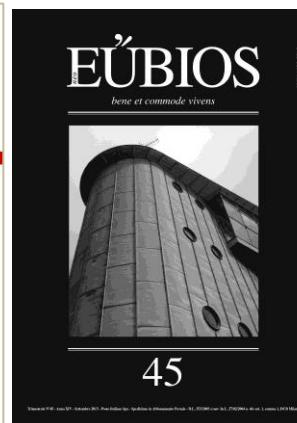
Regione  
Lombardia





# I SERVIZI INCLUSI NELL'ASSOCIAZIONE

Guide manuali, rivista, chiarimenti telefonici



Software di calcolo completi (Legge10, APE, ponti termici, acustica)



Servizi validi per 12 mesi

120€+IVA quota socio

240€+IVA quota socio più



Bonus 110%  
Legge 10

A large, semi-transparent background image shows a person's hands working on a detailed architectural blueprint spread out on a light-colored desk. In the foreground, there are two cylindrical drafting compasses. The background features a window looking out onto a bright, hilly landscape.

**Sei un professionista, uno studio di progettazione,  
un'impresa edile o un tecnico del settore?**

[Diventa socio ANIT](#)

24/11/2021

**Capire gli impianti: pompe di calore, corso on-line**



Streaming



Corso attivato

Iscriviti

Impianti 6 ore

02/12/2021

**Strumentazioni e tecniche per le misurazioni e l'analisi acustica, corso on line**



Streaming



Iscrizioni chiuse

Acustica 4 ore

20/01/2022

**La ristrutturazione importante di secondo livello, corso on-line**



Streaming



Iscrizioni aperte

Iscriviti

Efficienza energetica 6 ore

03/02/2022

**Migrazione del vapore in regime dinamico, corso on-line**



Streaming



Iscrizioni aperte

Iscriviti

Igrotermia 9 ore

**CORSI ON LINE**  
[https://www.anit.it/  
eventi-e-  
prodotti/corsi/](https://www.anit.it/eventi-e-prodotti/corsi/)

## Video Tutorial software



Software LETO

ANIT

VISUALIZZA LA PLAYLIST  
COMPLETA

Software IRIS

ANIT

VISUALIZZA LA PLAYLIST  
COMPLETA

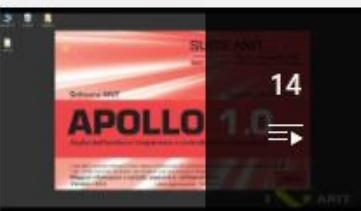
Software ECHO

ANIT

VISUALIZZA LA PLAYLIST  
COMPLETA

Software PAN

ANIT

VISUALIZZA LA PLAYLIST  
COMPLETA

Software APOLLO

ANIT

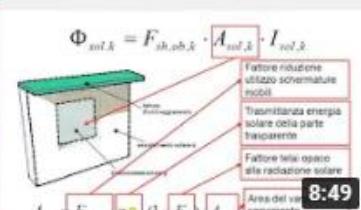
VISUALIZZA LA PLAYLIST  
COMPLETA

Software ICARO 1

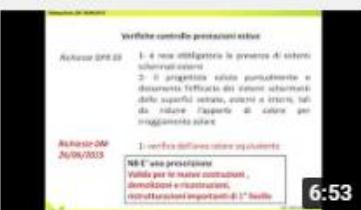
ANIT

VISUALIZZA LA PLAYLIST  
COMPLETA

## Video popolari RIPRODUCI TUTTI

Superbonus 110%. L'esperto  
risponde - Webinar gratuit...55.129 visualizzazioni •  
Trasmesso in streaming 10 mesiBonus 110% , a che punto  
siamo?21.221 visualizzazioni •  
Trasmesso in streaming 1 anno01 Anit Risponde - Calcolo  
schermature mobili

14.716 visualizzazioni • 5 anni fa

AREA SOLARE  
EQUIVALENTE

12.031 visualizzazioni • 5 anni fa

MUFFA E CONDENSA  
INTERSTIZIALE

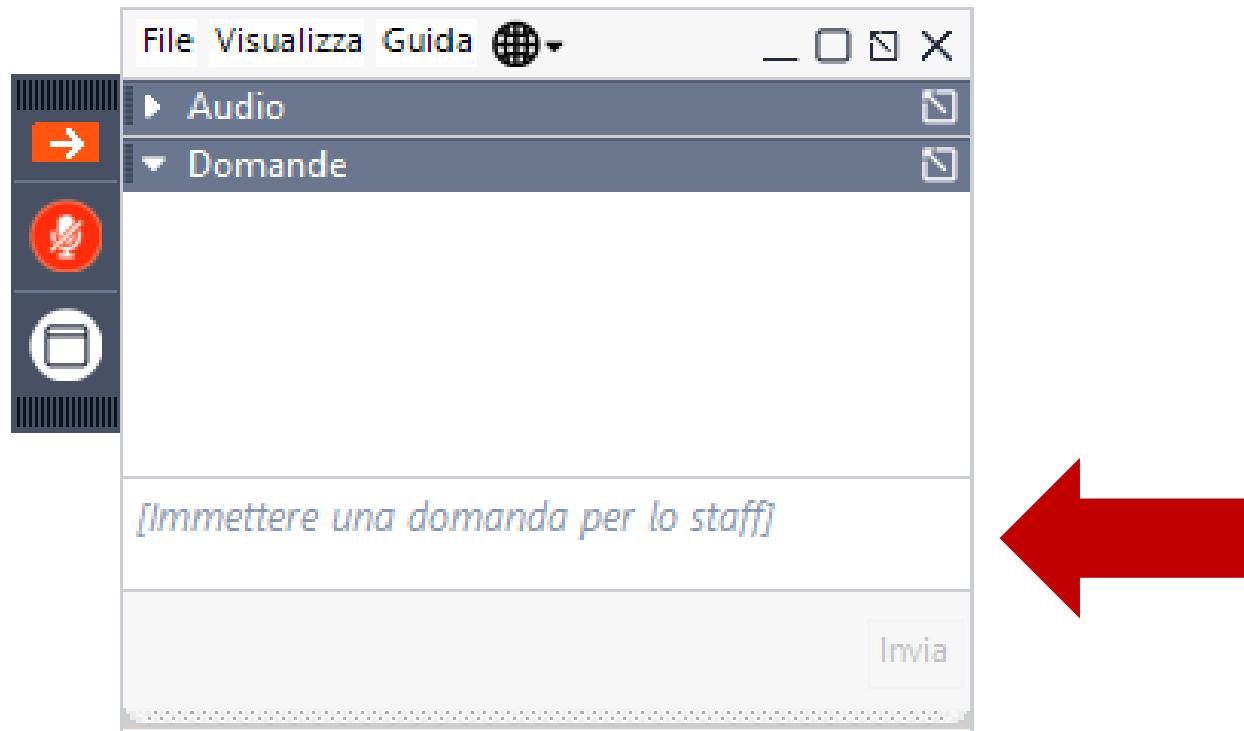
11.344 visualizzazioni • 5 anni fa

IRIS 5 Approfondimenti per i  
Soci ANIT

8530 visualizzazioni • 1 anno fa

## REGOLE GENERALI

- Audio: disattivato
- Condivisione schermo: solo del relatore
- Domande: via chat
- Non è possibile registrare l'evento.



# Patroni



Ordine  
Architetti  
Pianificatori  
Paesaggisti  
Conservatori  
provincia di  
Livorno



Collegio Provinciale  
Geometri e Geometri Laureati  
di Firenze



Collegio Provinciale  
Geometri e Geometri Laureati  
di Grosseto



Collegio Provinciale  
Geometri e Geometri Laureati  
di Massa Carrara



ORDINE DEI PERITI INDUSTRIALI E DEI  
PERITI INDUSTRIALI LAUREATI  
DELLA PROVINCIA DI PISTOIA

## Crediti formativi

**INGEGNERI:** 2CFP accreditato dal CNI (evento n. 21p04497)

**GEOMETRI:** 1CFP accreditato dal Collegio di Firenze per tutti i Geometri iscritti presso i collegi provinciali della Toscana

**PERITI INDUSTRIALI:** 2CFP accreditato dal CNPI

**ARCHITETTI:** Non previsti

I CFP sono riconosciuti solo per la presenza all'intero evento formativo.

Collegio Geom. Prato  
Ordine Ing. Prato  
Collegio Per. Ind. Prato

Ordine Arch. Pisa  
Ordine Ing. Pisa

Ordine Arch. Livorno

Collegio Geom. Firenze

Collegio Geom. Grosseto  
Ance Grosseto

Collegio Geom. Carrara

Collegio Per. Ind. Pistoia

## Programma

9.45 Attivazione collegamento.

10.00

I modelli di calcolo del sistema edificio impianto per il fabbisogno energetico - UNI TS 11300 in confronto ai modelli per la valutazione in regime dinamico – UNI EN ISO 52016

**Ing. Alessandro Panzeri – ANIT**

I requisiti minimi di legge 10 per interventi di isolamento sugli edifici esistenti.

Importanza dei ponti termici bidimensionali in regime stazionario in accordo con UNI EN 14683 e le valutazioni in regime dinamico con sorgente interna.

**Ing. Rossella Esposti – ANIT**

11.00

Il contributo dei massetti a basso spessore all'efficientamento energetico dei sistemi di riscaldamento a pavimento.

**Ing. Scabini Marco – Knauf Italia**

12.00 Risposte a domande online.

12.30 Chiusura lavori.



### Sponsor tecnici

Evento realizzato con il contributo incondizionato di:



# **Modelli di calcolo del sistema edificio-impianto**

UNI TS 11300 – regime di calcolo mensile semi-stazionario

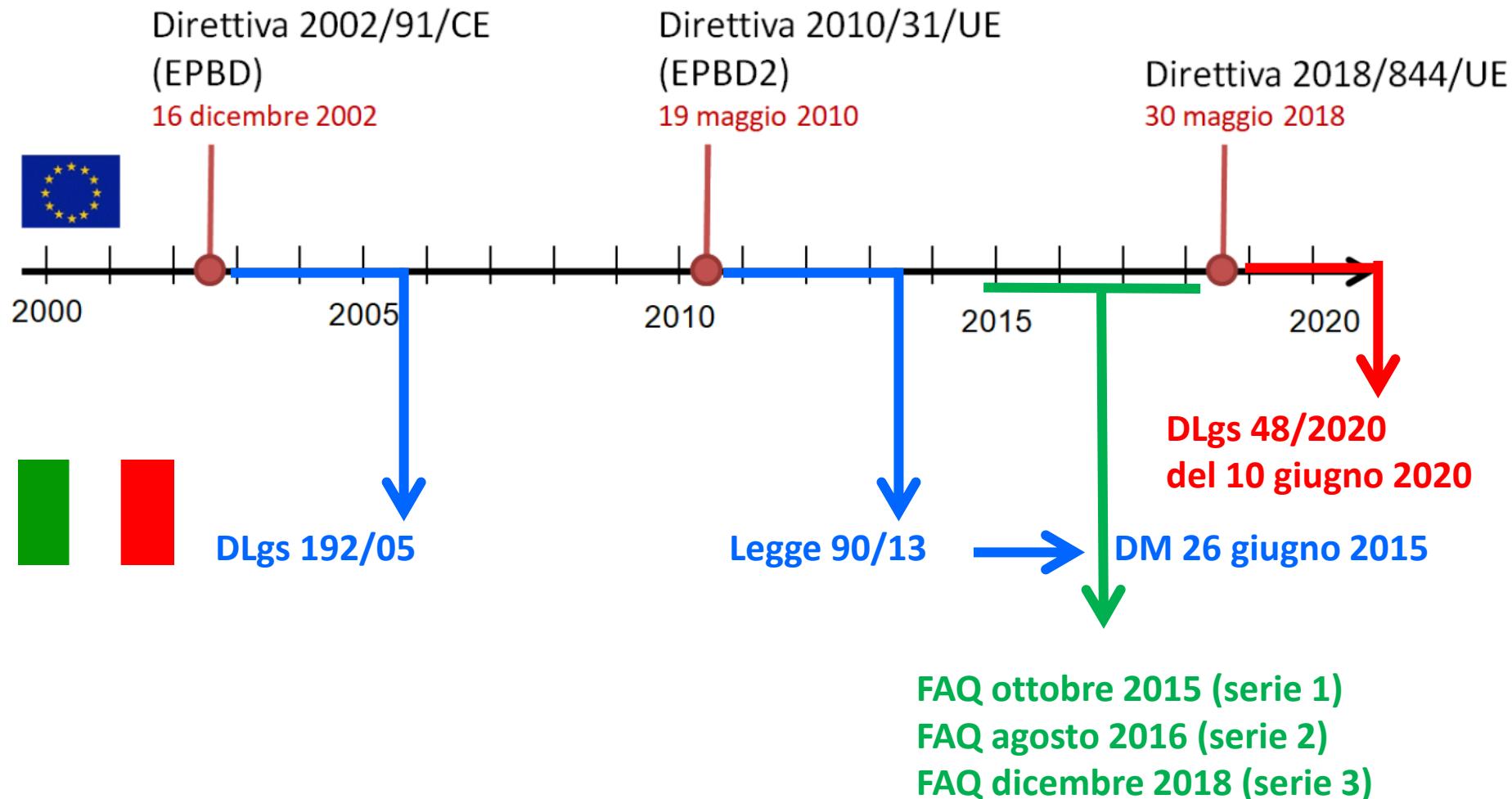
UNI EN ISO 52016 – regime di calcolo orario dinamico



**Ing. Alessandro Panzeri**

# Evoluzione legislativa e normativa...ma prima questionario!

# EVOLUZIONE NORMATIVA



# **DLgs 48! pubblicato il 10 giugno 2020**

**Art. 3 --> Alcuni nuovi casi esclusi**

**Art. 6 --> Alcune nuove disposizioni sugli APE (sopralluogo con verbale, consegna informazioni al proprietario, regole per vendita e locazione)**

**Art. 4 --> Elenco dei futuri decreti in arrivo e altre novità (?)**

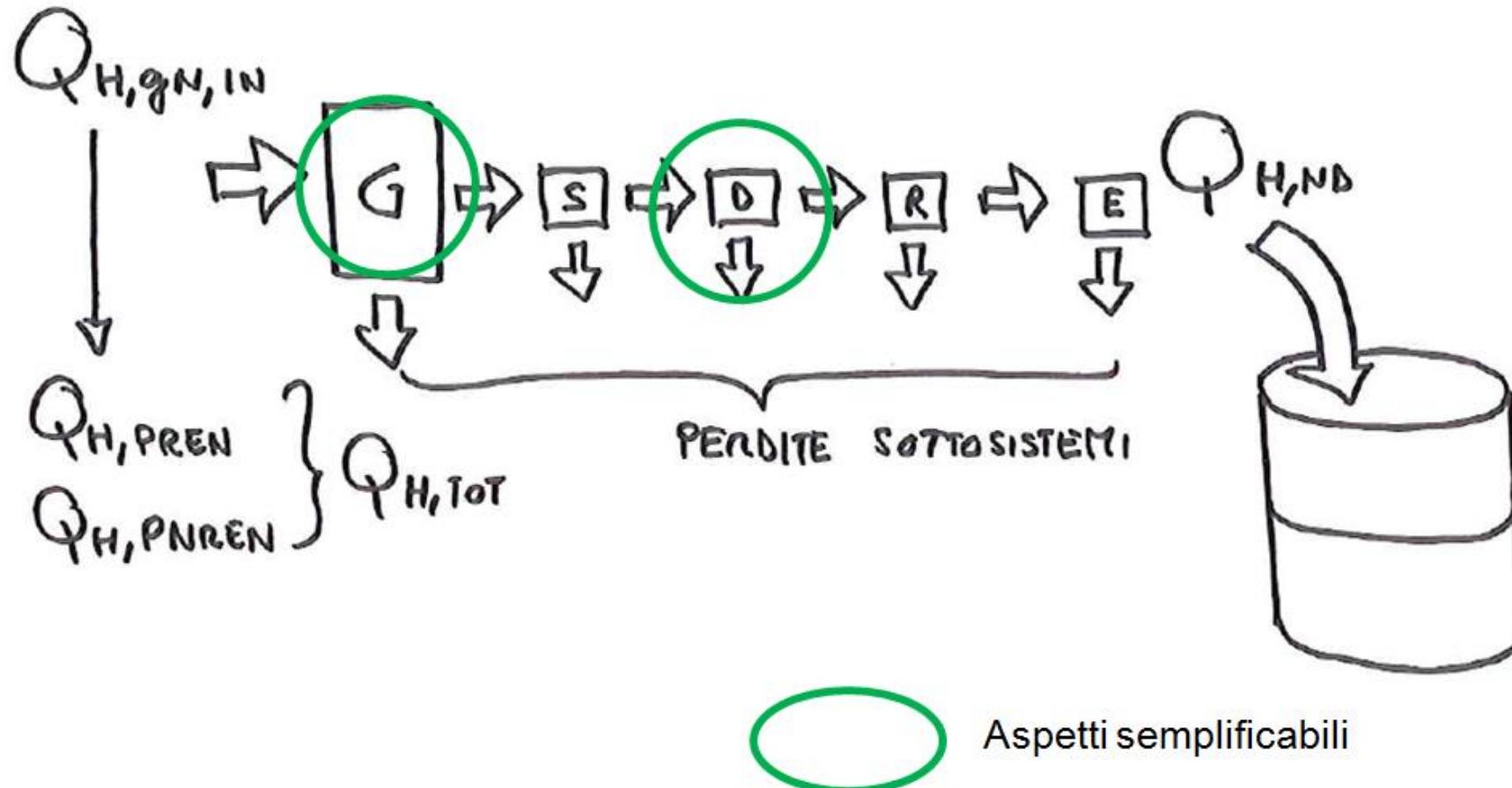
- - D. Metodo di calcolo
- - D. Aggiornamento dei requisiti minimi
- - D. Obblighi di integrazione ricarica vetture elettriche
- - D. Requisiti e accreditamento certificatori
- - D. Ispezioni sugli impianti
- - Requisiti installatori (edili e sistemi tecnici)
- - Portale nazionale sulle prestazioni degli edifici

---

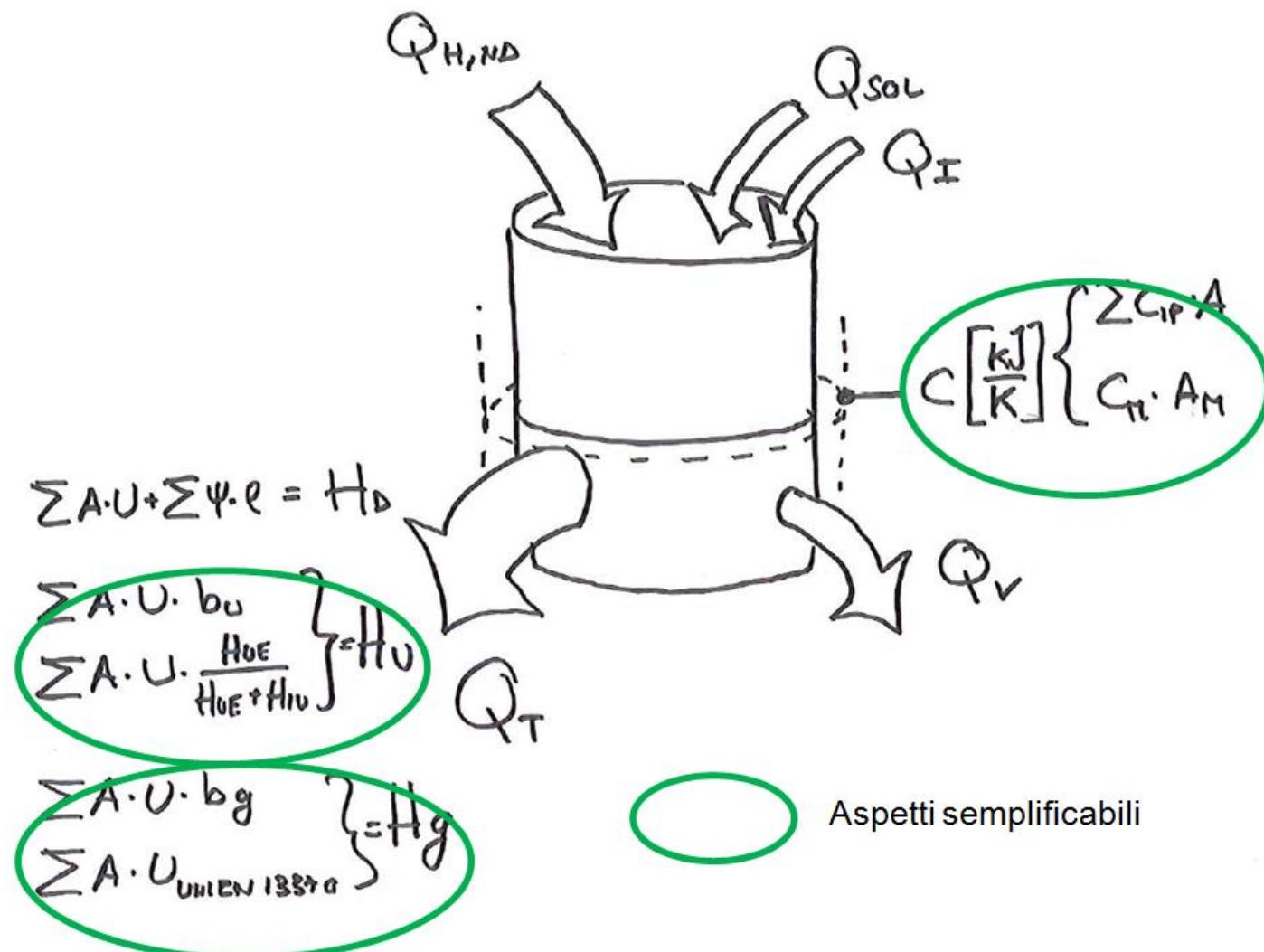
**UNI TS 11300-1/6**

**Fabbisogno energetico degli  
edifici in regime semi-  
stazionario**

## ANALOGIA IDRAULICA



# ANALOGIA IDRAULICA



# MODELLAZIONE PARTE INVOLUCRO

## Modello di calcolo UNI TS 11300 – dati in ingresso

Le UNI TS 11300 possono essere impiegate per “stimare l’effetto di possibili interventi di risparmio energetico su un edificio esistente, calcolando il fabbisogno di energia prima e dopo ciascun intervento”.

Tipo di valutazione		Dati in ingresso		
		Uso	Clima	Edificio
A1	Sul progetto	Standard	Standard	Progetto
A2	Standard	Standard	Standard	Reale
A3	Adattata all’utenza	In funzione dello scopo	In funzione dello scopo	Reale

Lo scopo di una diagnosi per condomini nell’attuale contesto è definito dai criteri:

- adeguatezza, completezza, rappresentatività, utilità e verificabilità
- + poter eventualmente indicare la bozza di APE
- + poter eventualmente indicare il rispetto di limiti legislativi

# MODELLAZIONE PARTE INVOLUCRO

Tipo di dato		Valutazione progetto A1	Valutazione standard A2	Valutazione adattata all'utenza A3
<b>Uso</b>	<b>Temperatura interna</b>	20 °C per le principali destinazioni d'uso		Come A1/A2, oppure in funzione ai profili di utilizzo dell'edificio
<b>Clima</b>	<b>Temperatura e irraggiamento solare</b>	In accordo con UNI 10349		-
<b>Edificio</b>	<b>Trasmittanza dei componenti opachi</b>	Stabiliti in accordo con UNI EN ISO 6946	Come A1, oppure per edifici esistenti possono essere ricavati da UNI/TR 11552, o letteratura tecnica	
<b>Edificio</b>	<b>Trasmittanza dei componenti trasparenti</b>	Calcolo in accordo con UNI EN ISO 10077-1 o valore del fabbricante UNI EN 14351-1 oppure in mancanza di dati in accordo con prospetto B.1 e B.2		
<b>Edificio</b>	<b>Ponti termici</b>	Valutazioni in accordo con calcolo numerico UNI EN ISO 10211 e atlanti ponti termici conformi alla UNI EN ISO 14683	Come A1, oppure per edifici esistenti metodi di calcolo manuali conformi alla UNI EN ISO 14683. Sempre escluso uso abaco delle UNI EN ISO 14683	
<b>Edificio</b>	<b>Scambio termico verso ambiente non climatizzato</b>	Calcolo analitico del coefficiente $b_{tr,U}$ in accordo con paragrafo 11.2	Come A1, oppure per edifici esistenti tabelle con valori precalcolati di $b_{tr,U}$ (prospetto 7)	

# MODELLAZIONE PARTE INVOLUCRO

Tipo di dato		Valutazione progetto A1	Valutazione standard A2	Valutazione adattata all'utenza A3
<b>Edificio</b>	<b>Scambio termico verso il terreno</b>	Calcolo analitico delle dispersioni in accordo con UNI EN ISO 13370	Come A1, oppure per edifici esistenti tabelle con valori precalcolati di $b_{tr,u}$ (prospetto 7)	
<b>Uso</b>	<b>Ricambi orari</b>	Valutazioni standard basate sulla presenza o meno di impianti e sulle portate minime e medie di ventilazione		Come A1/A2, oppure è possibile eseguire valutazioni più accurate
<b>Uso</b>	<b>Apporti interni</b>	Valutazione progetto e standard in funzione della destinazione d'uso		Come A1/A2, oppure dati diversi e più accurati con profili di carico
<b>Edificio</b>	<b>Capacità termica</b>	Calcolo analitico delle singole capacità termiche interne delle strutture in accordo UNI EN ISO 13786	Come A1, oppure per edifici esistenti con valore tabellare medio (prospetto 22)	
<b>Uso</b>	<b>Attenuazione</b>	Valutazione con funzionamento dell'impianto continuo		Valutazione in riferimento al punto 13.2 della UNI EN ISO 13790 con alcuni casi in appendice G

# METODO DI CALCOLO SEMI-STAZIONARIO

## Basso spessore e bassa inerzia o elevato s

Rendimenti di emissione $\eta_e$ in locali con altezza minore di 4 m			
Tipo di terminale di erogazione	Carico medio annuo (cma) W/m³		
	≤ 4	4-10	> 10
Radiatori su parete esterna isolata (*)	0.98	0.97	0.95
Radiatori su parete interna	0.96	0.95	0.92
Ventilconvettori (**) valori riferiti a $T_{media}$ acqua = 45 °C	0.96	0.95	0.94
Termoconvettori	0.94	0.93	0.92
Bocchette in sistemi di aria calda (***)	0.94	0.92	0.90
Pannelli annegati a pavimento	0.99	0.98	0.97
Pannelli annegati a soffitto	0.97	0.95	0.93
Pannelli a parete	0.97	0.95	0.93
Riscaldatori a infrarossi	0.99	0.98	0.97

\*) per acqua di mandata ≤ 55 °C, se c'è materiale isolante riflettente +0.01, se parete esterna non isolata - 0.04, se temperatura di mandata > 85°C - 0.02 e per temperature intermedie di interpola linearmente  
 \*\*) i consumi elettrici vanno computati separatamente e il rendimento tiene già conto del recupero dell'energia elettrica dissipata in energia termica  
 \*\*\*) il rendimento è rappresentativo di un impianto correttamente progettato, dimensionato e con una buona tenuta all'aria della zona riscaldata

**Tabella 3.25** Rendimenti di emissione con  $h < 4$  m. [Fonte: UNI/TS 11300-2, paragrafo 6.2.1, prospetto 17]

Rendimenti di regolazione $\eta_{rg}$		Sistemi a bassa inerzia		Sistemi ad elevata inerzia	
Caratteristiche della regolazione	Caratteristiche della regolazione	Radiatori, convettori, ventilconvettori, strisce radianti ed aria calda	Pannelli integrati nelle strutture edilizie e disaccop. termicamente	Pannelli annegati nelle strutture edilizie non disaccoppiati termicamente	
Solo climatica (compensazione con sonda esterna) K - (0.6 $\eta_h \gamma$ )	K = 1	K = 0.98	K = 0.94		
Solo di zona	On off	0.93	0.91	0.87	
	P banda prop. 2 °C	0.94	0.92	0.88	
	P banda prop. 1 °C	0.97	0.95	0.91	
	P banda prop. 0.5 °C	0.98	0.96	0.92	
	PI PID	0.99	0.97	0.93	
Solo per singolo ambiente	On off	0.97	0.92	0.88	
	P banda prop. 2 °C	0.95	0.93	0.89	
	P banda prop. 1 °C	0.98	0.97	0.95	
	P banda prop. 0.5 °C	0.99	0.98	0.96	
	PI PID	0.995	0.99	0.97	
Zona + climatica	On off	0.96	0.94	0.92	
	P banda prop. 2 °C	0.96	0.95	0.93	
	P banda prop. 1 °C	0.97	0.96	0.94	
	P banda prop. 0.5 °C	0.98	0.97	0.95	
	PI PID	0.995	0.98	0.96	
Per singolo ambiente + climatica	On off	0.97	0.95	0.93	
	P banda prop. 2 °C	0.97	0.96	0.94	
	P banda prop. 1 °C	0.98	0.97	0.95	
	P banda prop. 0.5 °C	0.99	0.98	0.96	
	PI PID	0.995	0.99	0.97	

**Tabella 3.27** Rendimenti di regolazione.  
[Fonte: UNI/TS 11300-2, paragrafo 6.3, prospetto 20]

---

# **UNI EN ISO 52016**

## **Fabbisogno energetico degli edifici in regime orario - dinamico**

# **Analisi dei fabbisogni energetici degli edifici e delle temperature operanti**

# **UNI EN ISO 52016-1**

## **Metodo di calcolo**

**Calcolo stagionale in regime semi-stazionario**

**Calcolo medio mensile in regime semi-stazionario**

**Calcolo orario in regime dinamico**



**Passo di calcolo ridotto**

**Si analizza l'effetto dei fenomeni  
nel tempo**

## SVILUPPO DEI SOFTWARE

Input

- Dati climatici (*da UNI o input libero*)
- Descrizione edificio (*come al solito*)
- Utente interno (*come UNI/TS 11300 o input libero*)
- Gestione impianti (*input libero*)

Motore di calcolo



Output

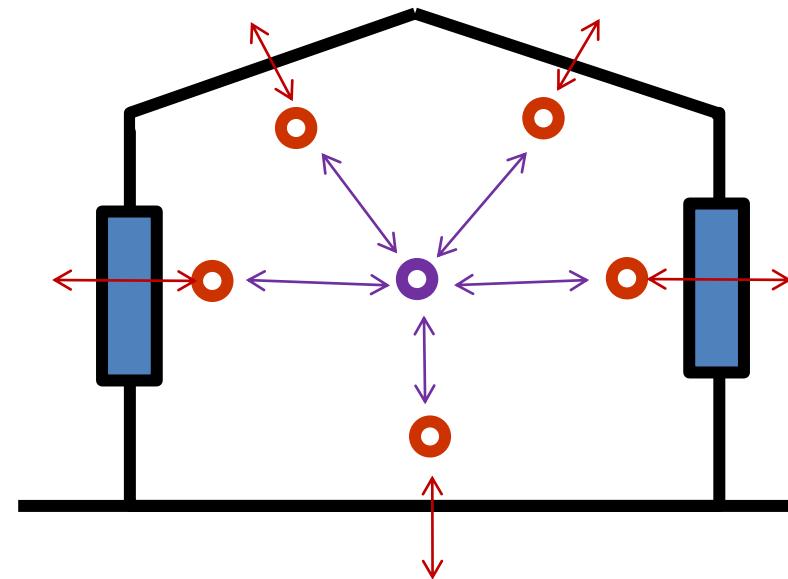
- Valori orari (*grafico annuale o output libero*)
- Grafici avanzati (*comfort, potenze, fabbisogni*)

# CALCOLO ORARIO IN REGIME DINAMICO

Risoluzione di un sistema lineare  
a punti concentrati RC (resistenze-condensatori)



Bilancio tra i nodi e l'ambiente interno  
(profilo ventilazione, carichi interni, apporti solari attraverso le finestre)

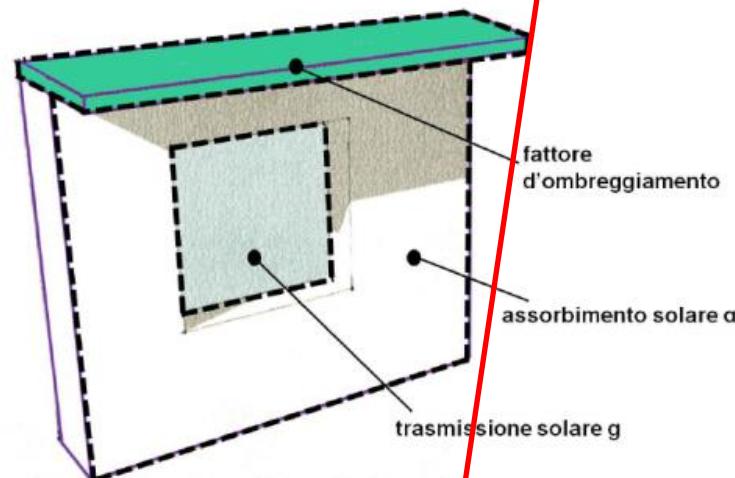


Incognita: fabbisogno  $Q_{H,nd}$  o  $Q_{C,nd}$   
Incognita: temperatura operante

# INPUT: STRUTTURE TRASPARENTE

Valutazione dell'area solare equivalente

$$A_{sol,est} = \sum_k F_{sh,ob} \cdot g_{gl+sh} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w,p} \cdot F_{sol,est}$$



Fattore ombreggiamento  
ostruzione e aggetti esterni fissi

Area del vano del  
serramento

Fattore telai opaco alla  
radiazione solare

Trasmittanza energia  
solare della parte  
trasparente con  
schermatura

# ANALISI ORARIA SCHERMATURE FISSE

**Progetto Archivio Manuale**

**Dati del progetto**

- Dati climatici esterni
- Elenco serramenti
  - Serramento 123
  - Dati geometrici
  - Telaio
  - Superficie vetrata
  - Giuinzioni
  - Chiusure oscuranti
  - Schemature mobili
  - Ombreggiamenti
  - Risultati e verifiche
  - Relazione
- Relazione progetto

**Orientamento del serramento**

0 gradi

**Esposizione**

Marzo 2

Alba 6:48

Tramonto 17:51

fsh medio giornaliero 0,72

Posizione del sole

Ora 10

Altezza del sole 29,9

Azimut rispetto sud -40,8

**Aggetti e ostruzioni**

**Valutazione dell'ombra sul vano del serramento**

**Fattori ombreggiamento orari**

	Giorno	Declinazior	f_sh	f_ovh	f_fin	f_obs
gennaio	17	-20,82	0,76	0,89	0,99	0,88
febbraio	15	-13,01	0,83	0,84	0,98	1,00
marzo	16	-2,03	0,63	0,71	0,89	1,00
aprile	15	9,56	0,46	0,50	0,91	1,00
maggio	15	18,70	0,21	0,22	0,95	1,00
giugno	11	23,05	0,10	0,11	0,76	1,00
luglio	17	21,26	0,15	0,16	0,83	1,00
agosto	16	13,84	0,35	0,39	0,88	1,00
settembre	16	3,11	0,53	0,64	0,83	1,00
ottobre	16	-8,51	0,72	0,79	0,92	1,00
novembre	15	-18,23	0,82	0,85	0,97	1,00
dicembre	11	-22,96	0,86	0,88	0,98	1,00

# INPUT: STRUTTURE TRASPARENTI

Sono necessari nuovi  
parametri per caratterizzare  
le strutture trasparenti?

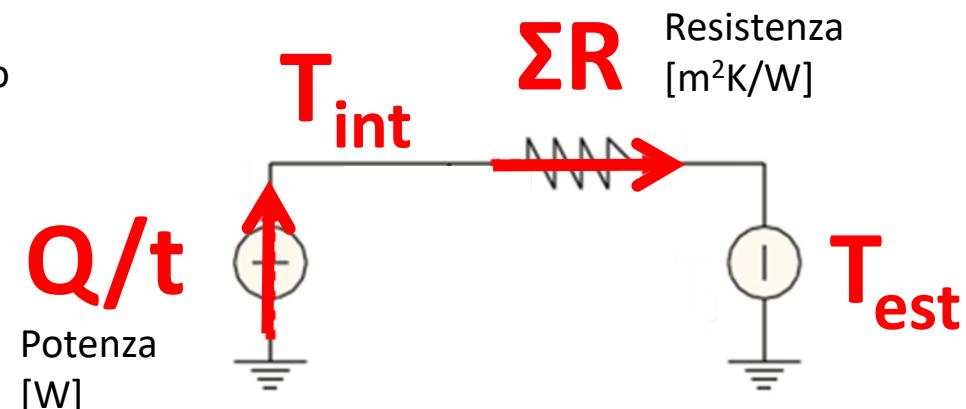
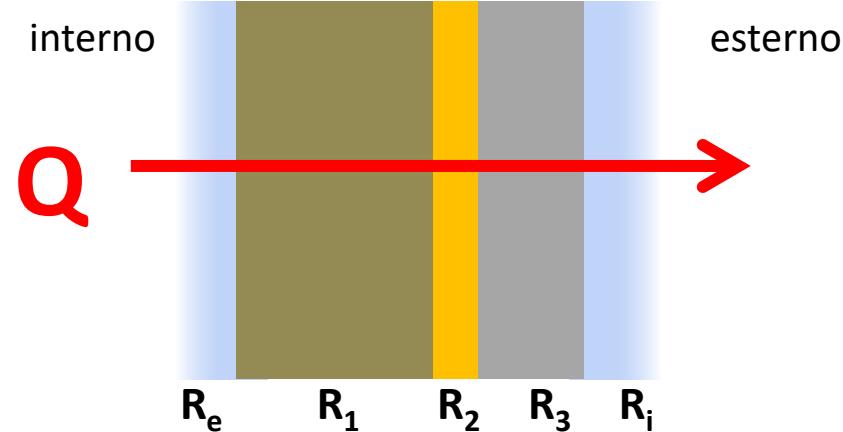
Descrizione delle caratteristiche del  
vetro termiche e del visibile in relazione  
all'angolo di incidenza

Variazione della trasmittanza termica in  
relazione alla temperatura dell'aria e dei  
coefficienti liminari in relazione  
all'irraggiamento solare.

WINDOW 4.1 DOE-2 Data File : Multi Band Calculation												
Unit System : SI												
Name : TRNSYS 15 WINDOW LIB												
Desc : Einfachglas, 5.8												
Window ID : 1001												
Tilt : 90.0												
Glazings : 1												
Frame : 11 2.270												
Spacer : 5 class5 0.000 1.000 0.000												
Total Height: 1219.2 mm												
Total width : 914.4 mm												
Glass Height: 1079.5 mm												
Glass width : 774.7 mm												
Mullion : None												
Gap	Thick	Cond	dCond	vis	dvis	Dens	dDens	Pr	dPr			
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis	
Tsol	0.830	0.829	0.827	0.823	0.813	0.792	0.744	0.632	0.384	0.000	0.749	
Abs1	0.095	0.096	0.098	0.101	0.105	0.109	0.114	0.117	0.114	0.000	0.106	
Abs2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Abs3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Abs4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Abs5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Abs6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rfsol	0.075	0.074	0.075	0.076	0.082	0.099	0.142	0.251	0.502	1.000	0.135	
Rbsol	0.075	0.074	0.075	0.076	0.082	0.099	0.142	0.251	0.502	1.000	0.135	
Tvis	0.901	0.901	0.900	0.897	0.890	0.871	0.824	0.706	0.441	0.000	0.823	
Rfvis	0.081	0.081	0.082	0.083	0.090	0.108	0.155	0.271	0.536	1.000	0.146	
Rbvis	0.081	0.081	0.082	0.083	0.090	0.108	0.155	0.271	0.536	1.000	0.146	
SHGC	0.855	0.855	0.853	0.849	0.841	0.821	0.774	0.663	0.414	0.000	0.777	
SC	0.78											
Layer ID#	9052	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tir	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Emis F	0.840	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Emis B	0.840	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Thickness(mm)	4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cond(w/m <sup>2</sup> -C)	225.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Spectral File	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None	
overall and Center of Glass Ig												
outdoor Temperature					-17.8 C		15.6 C		26.7 C		37.8 C	
Solar wdspd		hcout	hrout	hin								
(w/m <sup>2</sup> )		(m/s)	(w/m <sup>2</sup> -C)									
0	0.00	12.25	3.42	8.23	5.27	5.27	4.95	4.95	4.94	4.94	5.53	5.53
0	6.71	25.47	3.33	8.29	6.26	6.26	5.73	5.73	5.68	5.68	6.46	6.46
783	0.00	12.25	3.49	8.17	5.25	5.25	4.58	4.58	5.24	5.24	5.66	5.66
783	6.71	25.47	3.37	8.27	6.25	6.25	5.53	5.53	5.95	5.95	6.57	6.57

# INPUT: STRUTTURE OPACHE

In regime stazionario



$$Q = U \cdot A \cdot (\Delta T) \cdot t$$

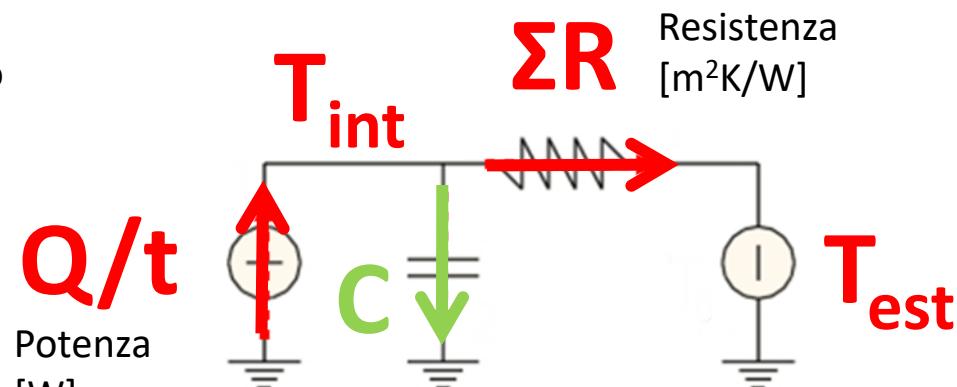
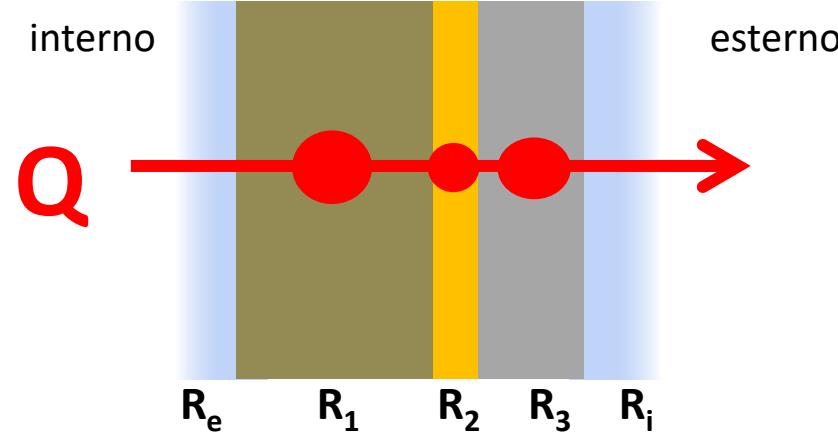
$$Q/t = (A/\Sigma R) \cdot (\Delta T)$$

Potenza  
[W]

Resistenze termiche  
[m<sup>2</sup>K/W]

# INPUT: STRUTTURE OPACHE – BILANCIO PIÙ COMPLESSO

In regime dinamico



$$Q/t = (A/\Sigma R) \cdot (\Delta T) + m \cdot c \cdot \dot{T}$$

Potenza  
[W]

Resistenze termiche  
[m<sup>2</sup>K/W]

Capacità termica [J/kgK]  
Variazione della temperatura  
nel tempo [K]

# CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI/MATERIALI

## Trasmissione del calore

Resistenza termica

Conduttività termica

Spessore

Capacità termica specifica

Densità

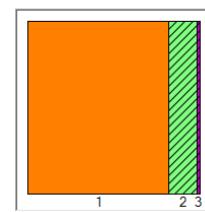
Diffusività termica

$R_t$	$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
$\lambda$	$\text{W}/\text{mK}$
$s$	$\text{m}$
$c$	$\text{J}/\text{kgK}$
$\rho$	$\text{kg}/\text{m}^3$
$\alpha$	$\text{m}^2/\text{s}$

	Tipo	Descrizione	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Conduttività [W/m K]	Calore specifico [J/kg K]	Fattore resistenza vapore	Massa superficiale [kg/m²]	Resistenza invernale [m²K/W]	Resistenza estiva [m²K/W]	Spessore equivalente [m]	Diffusività [m²/s]
►		Superficie esterna							0.040	0.074		
1	MUR	Laterizi pieni sp. 42 cm.ref.1.1.01	0,5000	1821	0,778	837	20	910,5	0,643	0,643	10,000	0,510
2	ISO	isolante	0,1000	25	0,032	1000	50	2,5	3,125	3,125	5,000	1,280
3	VAR	Cartogesso	0,0125	900	0,250	1000	9	11,3	0,050	0,050	0,113	0,278
		Superficie interna						0,130	0,125			

Ambiente esterno	Risultati
Esterno	Spessore [m] 0,613
Resistenza superficiale esterna	Massa superficiale [kg/m²] 924,25
0,04 m²K/W	Massa superficiale esclusi intonaci [kg/m²] 924,25
	Resistenza [m²K/W] 3,99
	Trasmittanza [W/m²K] 0,251
	Capacità termica totale [kJ/m²K] 775,7

	Valori invernali	Valori estivi
► Trasmittanza [W/m²K]	0,251	0,249
Trasmittanza Periodica [W/m²K]	0,007	0,005
Attenuazione	0,026	0,022
Sfasamento	17h 42'	18h 6'
Capacità termica periodica interna [kJ/m²K]	12,13	12,16
Capacità termica periodica esterna [kJ/m²K]	98,97	81,65

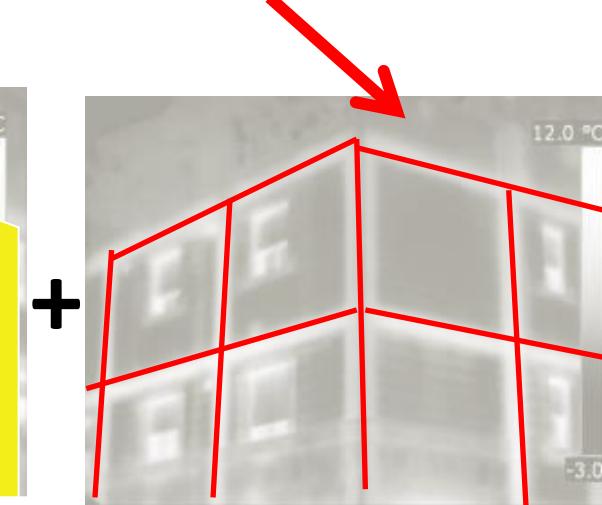
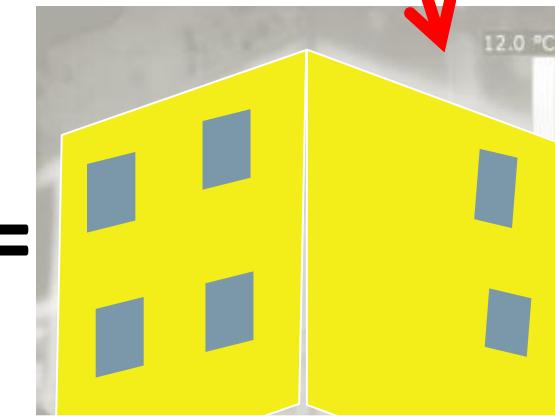
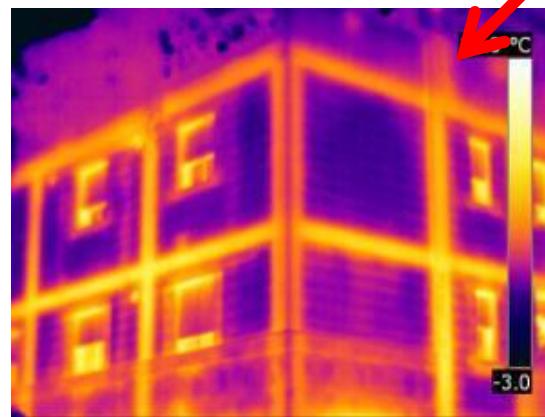


# PONTI TERMICI?

Sono necessari nuovi parametri per caratterizzare i ponti termici?

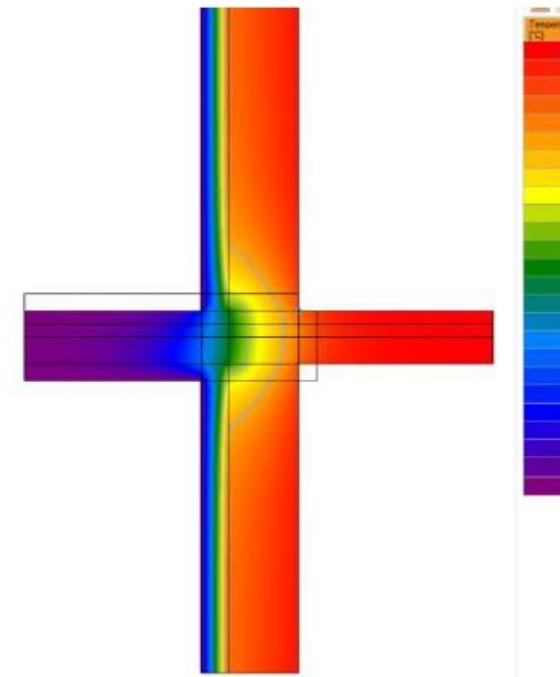
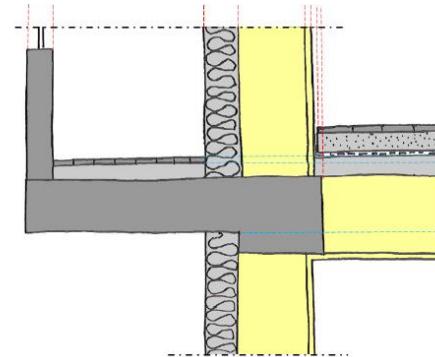
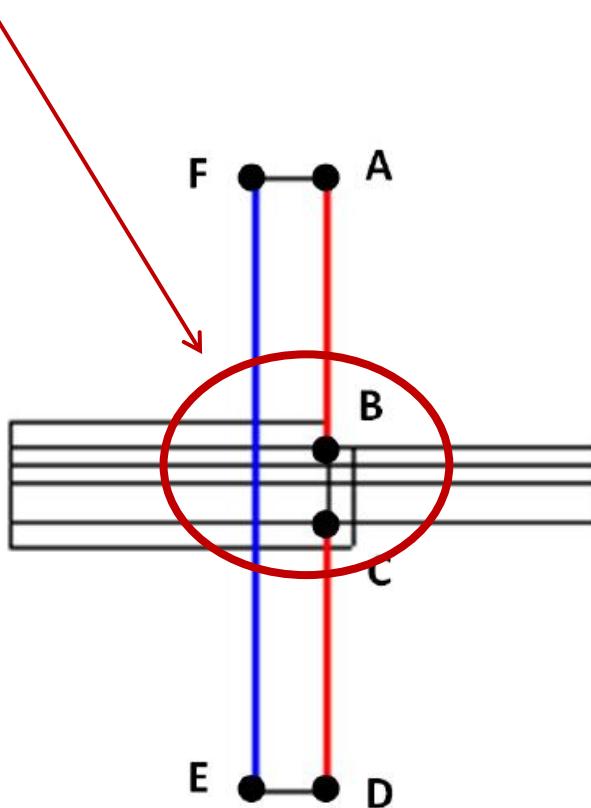


$$H_D = \sum_{i=1}^n A_i \cdot U_i + \sum_{k=1}^p \psi_k \cdot l_k$$



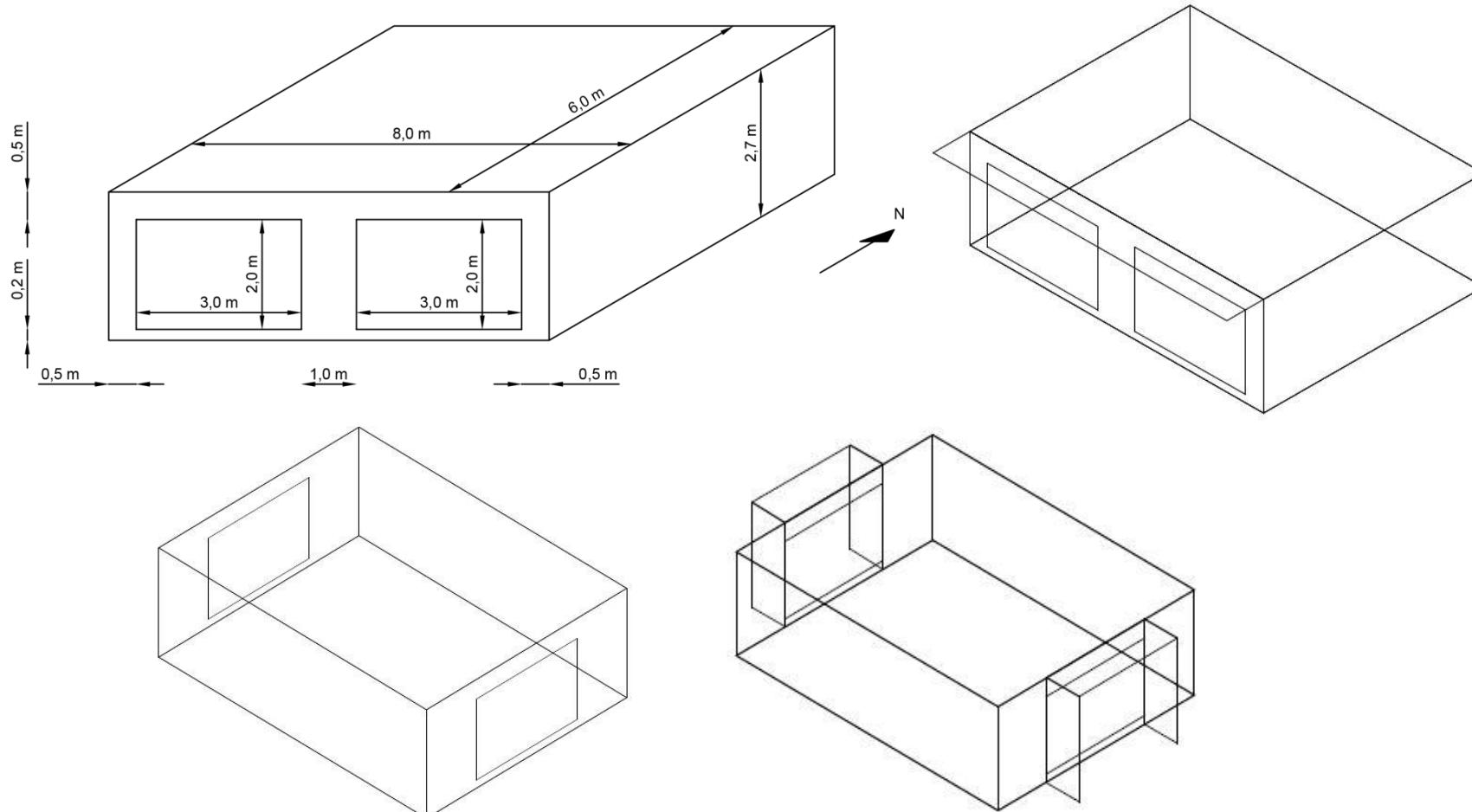
# PONTI TERMICI?

Capacità termica della parte strutturale annessata nel ponte termico?



# CALCOLO ORARIO IN REGIME DINAMICO

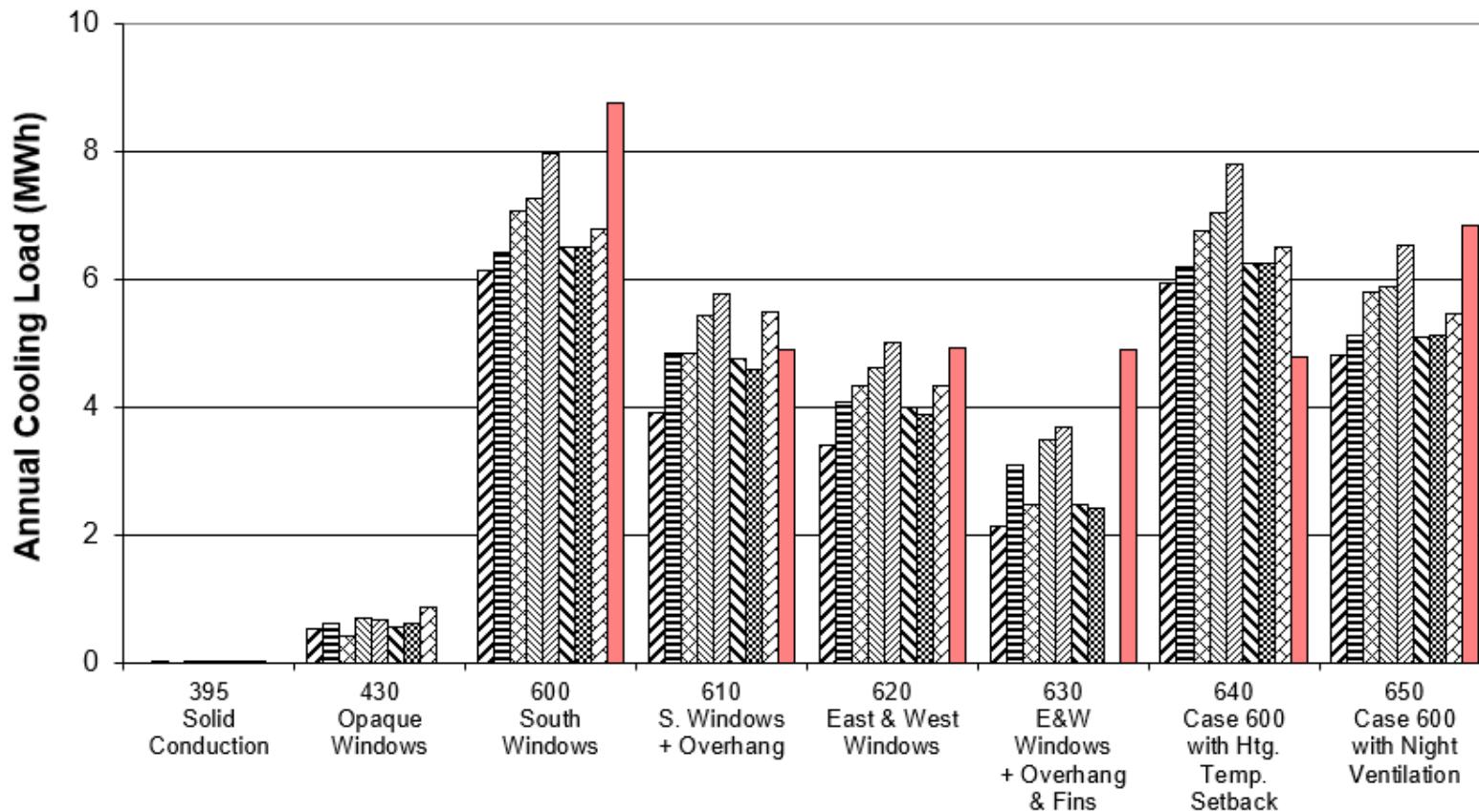
UNI EN ISO 52016 – Casi svolti per test di simulazione



# ESEMPIO DI CONFRONTO RISULTATI

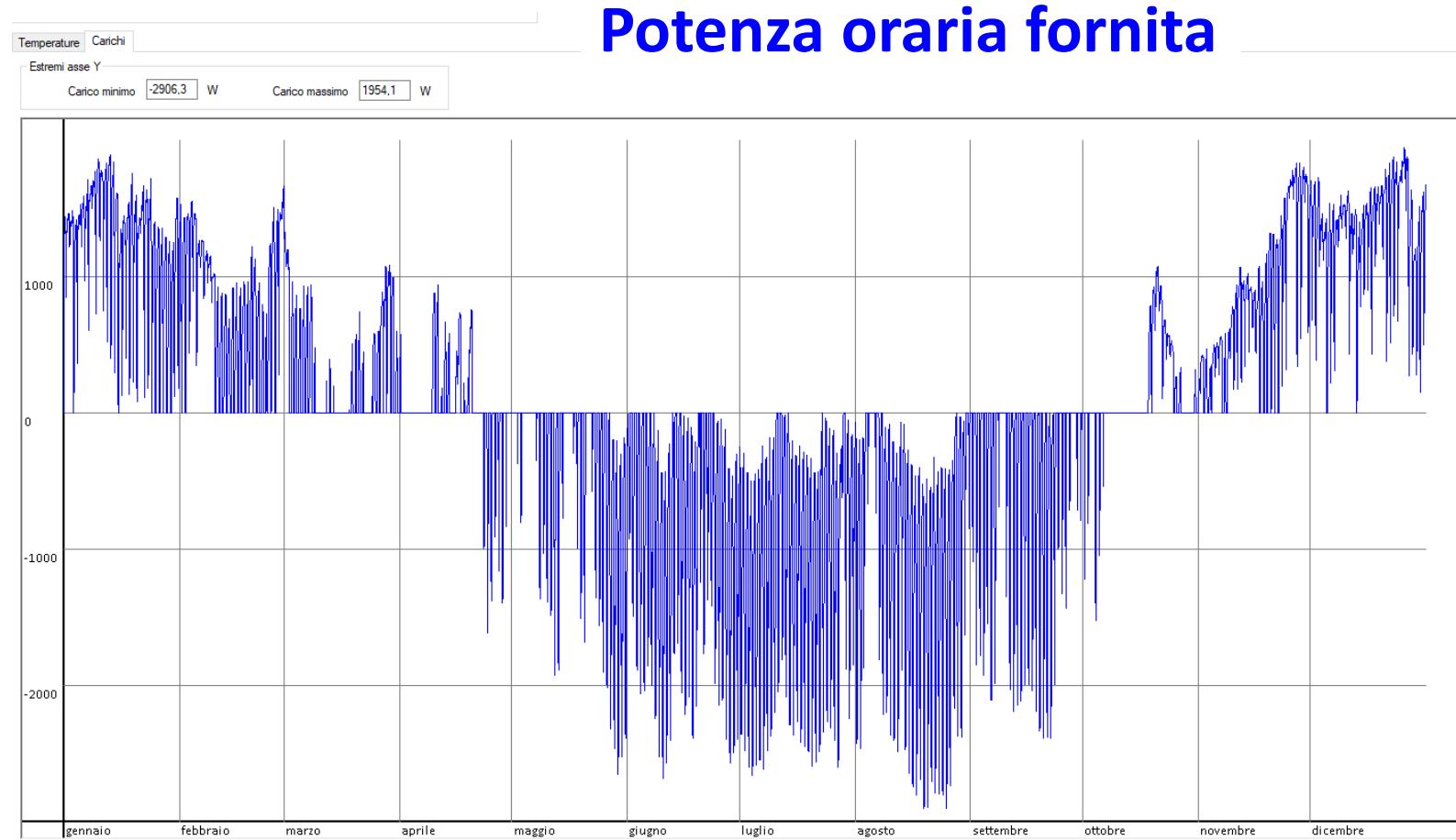
ASHRAE Standard 140-2017, Informative Annex B8, Section B8.1 Example Results for Section 5.2 - Building Thermal Envelope and Fabric Load Cases 195-960 & 600FF-950FF

**Figure B8-7. BESTEST BASIC  
Low Mass Annual Sensible Cooling**



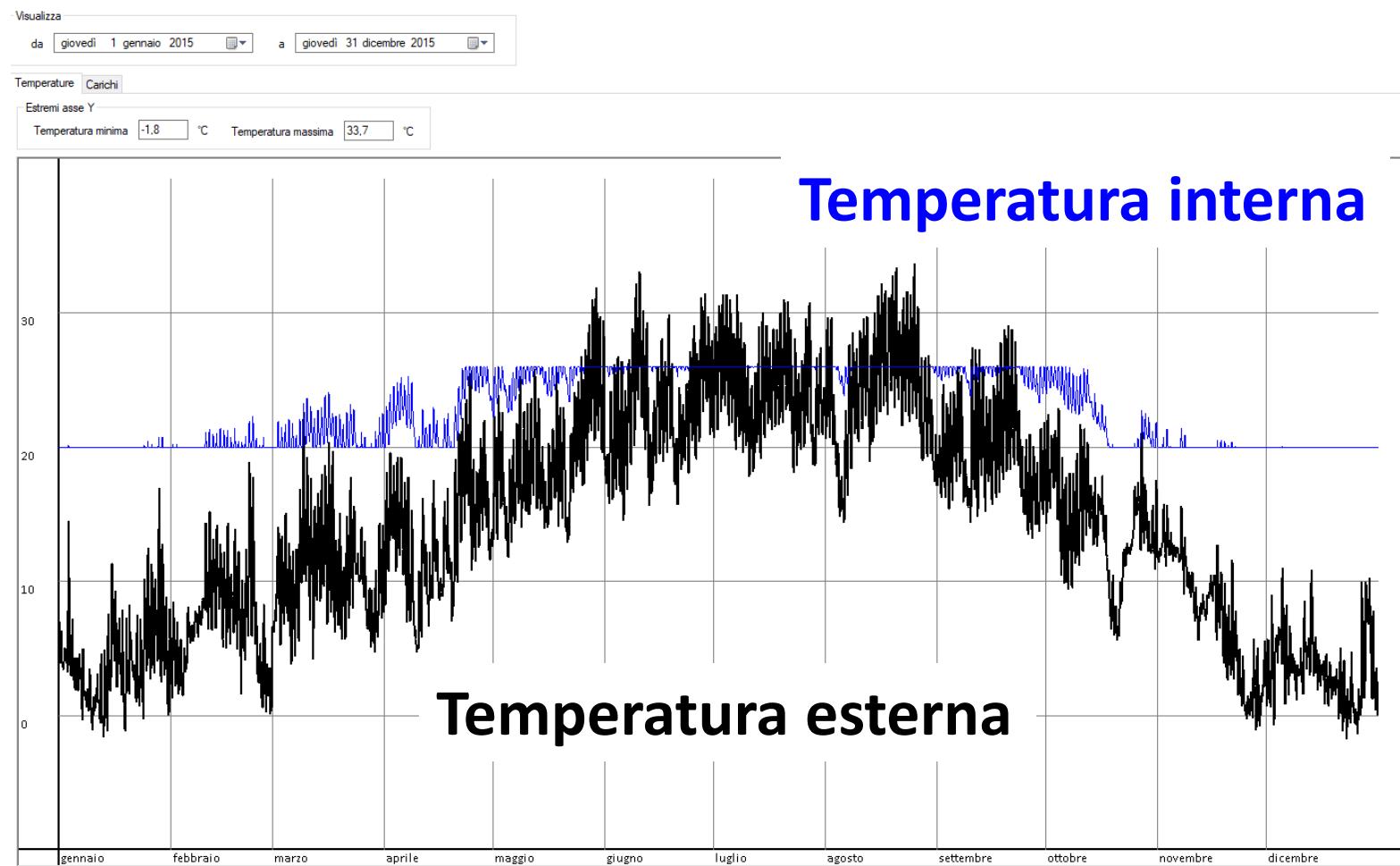
# ESEMPI DI RISULTATI STAZIONARIO MENSILE VS DINAMICO ORARIO

Esempio di calcolo sviluppato con ICARO



# ESEMPI DI RISULTATI STAZIONARIO MENSILE VS DINAMICO ORARIO

Esempio di calcolo sviluppato con ICARO



# **La valutazione del comfort estivo di un edificio**

# PREDIRE IL COMFORT



Come si fa a prevedere in fase progettuale se un edificio sarà confortevole?

**Previsione in ambienti controllati in accordo con UNI EN ISO 7730:2006**



**Previsione in condizioni free running in accordo con UNI EN 16798:2019**

# IL COMFORT IN UN AMBIENTE CONTROLLATO

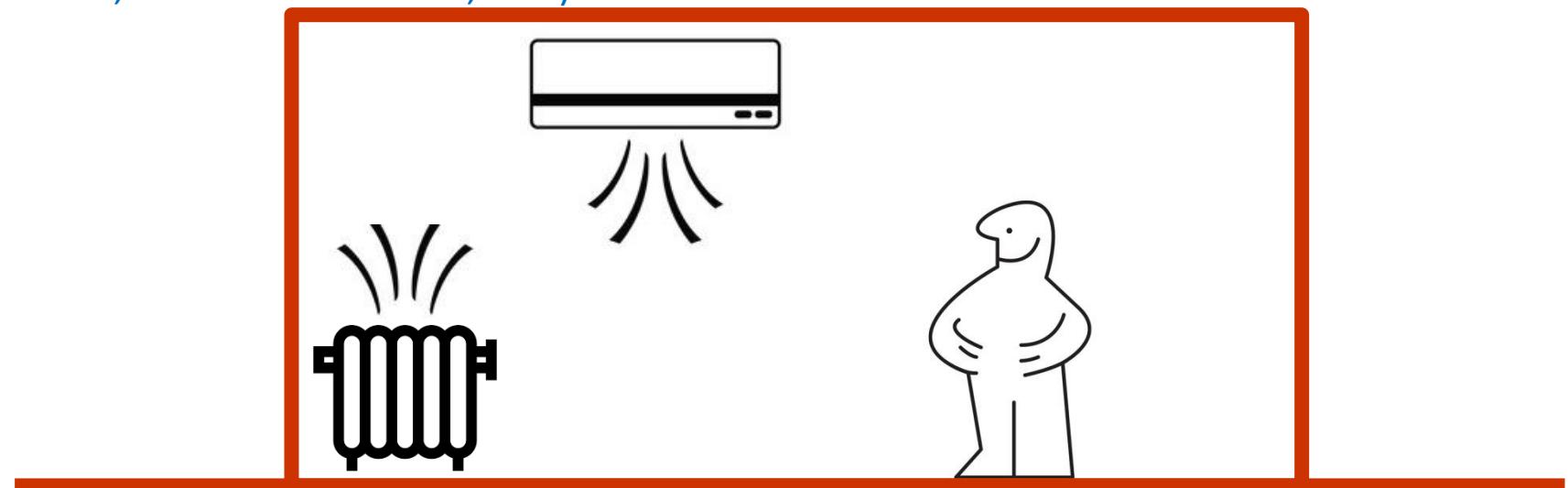
## UNI EN ISO 7730:2006

Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale



Costruzione di un modello di previsione medio statistico a partire da un campione di 1300 persone soggette a variazioni di condizioni

- ambientali (temperatura, velocità dell'aria, ecc.)
- personali (vestiario, attività metabolica, ecc.)



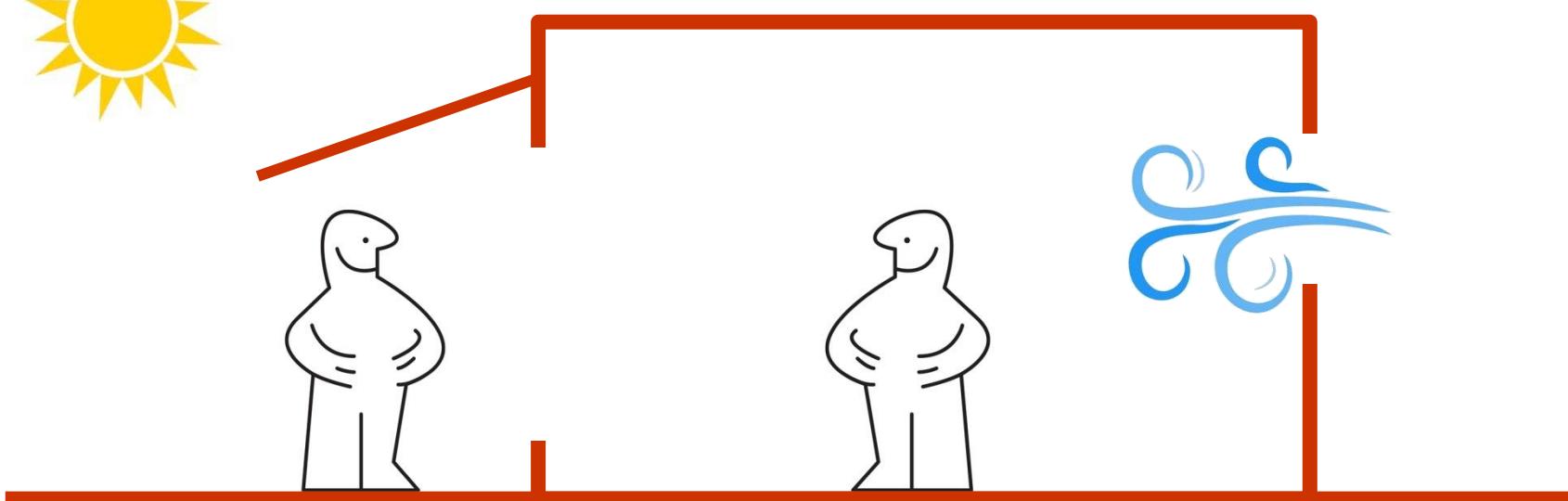
# IL COMFORT ADATTIVO

**UNI EN 16798-1:2019** Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica



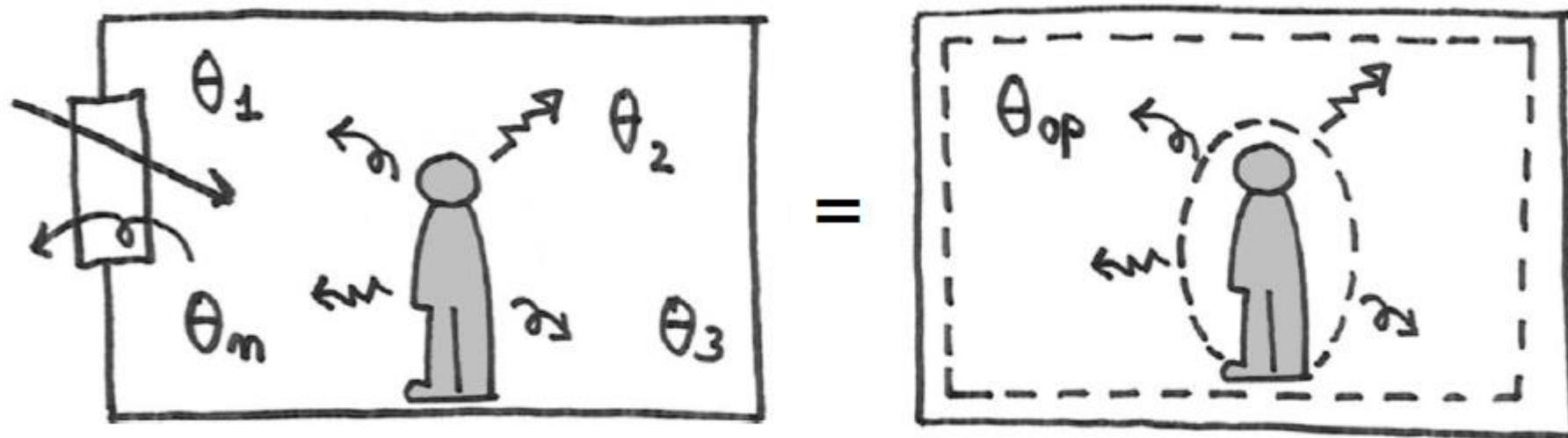
La sensazione di comfort provato in un ambiente è legata:

- alla temperatura percepita dai nostri “sensori”
- alla capacità del corpo umano di “adattarsi” alle condizioni di caldo



# IL COMFORT ADATTIVO

La temperatura percepita = temperatura operante (UNI EN ISO 52016)



## Definizione:

la temperatura operante è un parametro fittizio rappresentativo di un ambiente uniforme nel quale un soggetto scambierebbe la stessa potenza termica di un ambiente reale non uniforme.

# IL COMFORT ADATTIVO

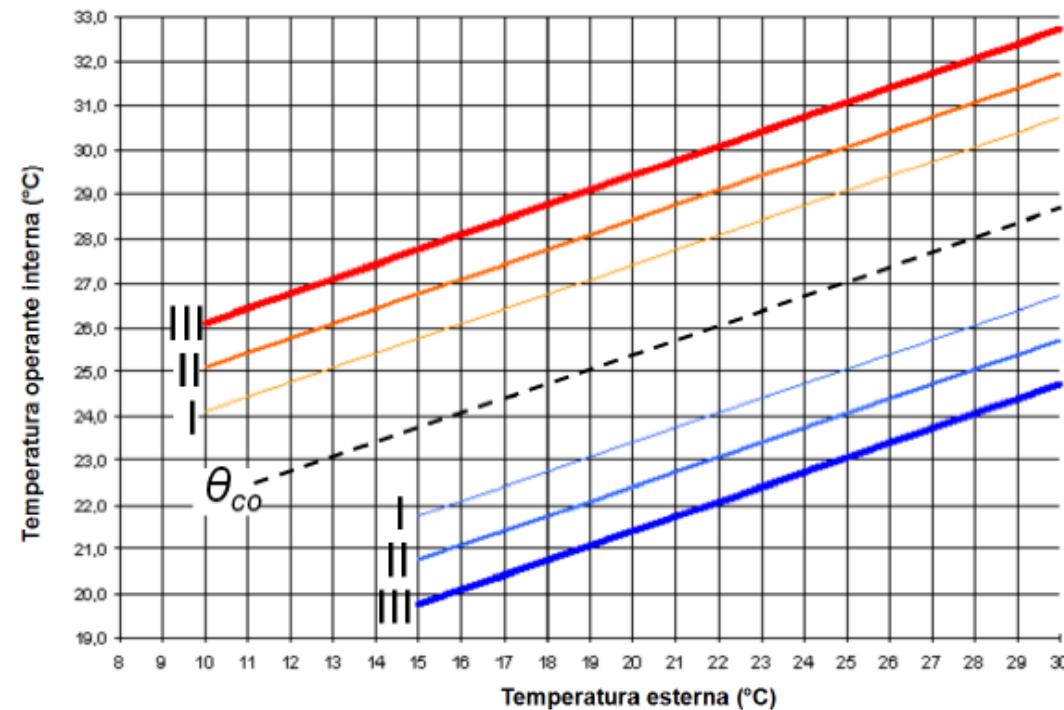
temperatura operante all'ora t [°C];

$$\theta_{op,t} = \frac{\theta_{ai,t} + \theta_{mr,t}}{2}$$

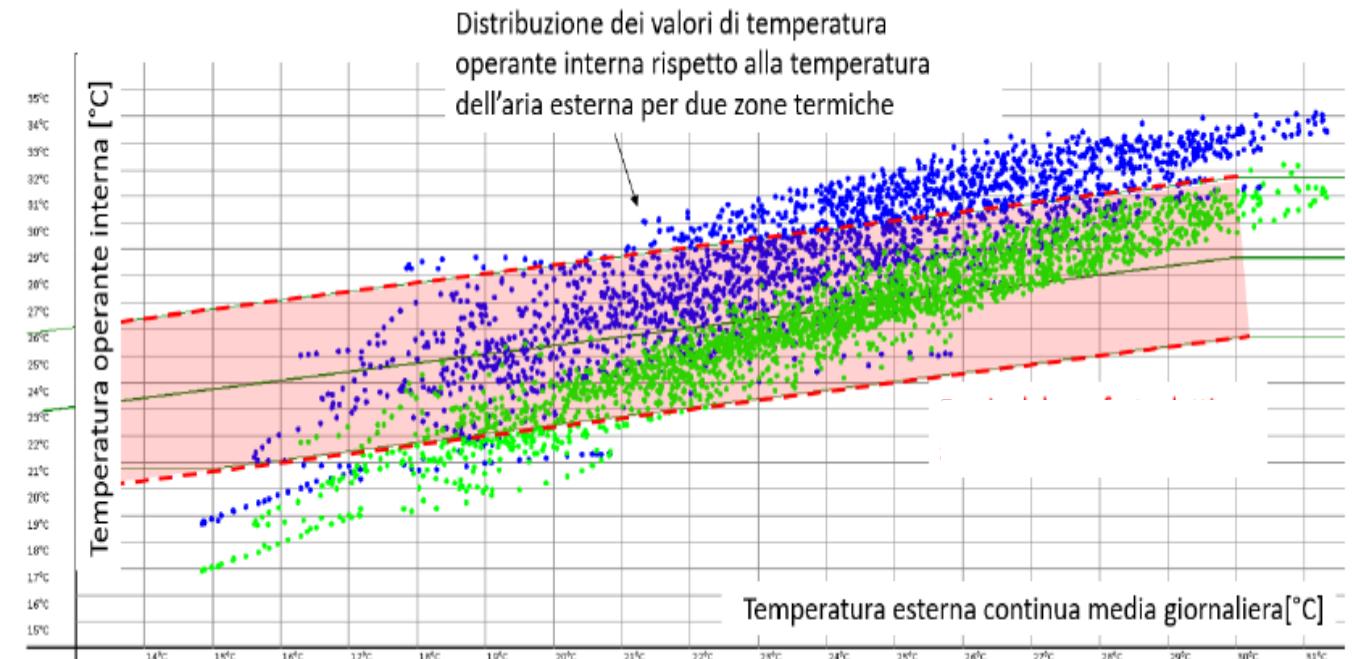
temperatura dell'aria interna all'ora t [°C];  
temperatura media radiante all'ora t [°C].

Il calcolo di queste grandezze si esegue  
in regime dinamico, con passo orario e  
in assenza di impianti.

# IL COMFORT ADATTIVO



Analisi del comfort adattivo – maggio/agosto



Il modello europeo. Nel grafico sono visualizzati i confini delle categorie di comfort I, II e III

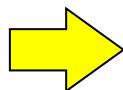
# CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Decreto 11 ottobre 2017

## 2.3.2 Prestazione energetica

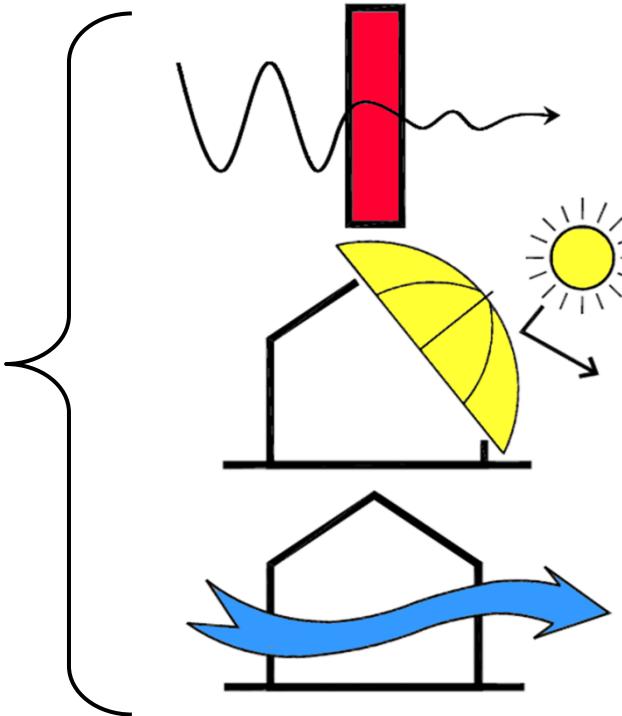
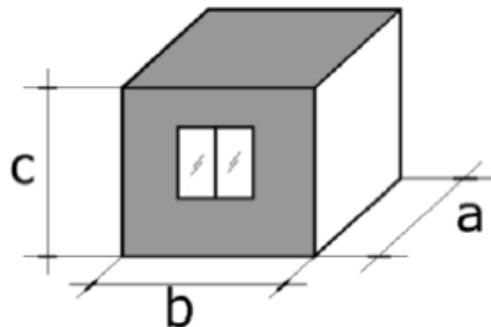
I progetti degli interventi di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e quelli di ampliamento di edifici esistenti che abbiano un volume lordo climatizzato superiore al 15% di quello esistente o comunque superiore a 500 m<sup>3</sup>, e degli interventi di ristrutturazione importante di primo livello, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.), devono garantire le seguenti prestazioni:

- il rispetto delle condizioni di cui all'allegato 1 par. 3.3 punto 2 lett. b) del decreto ministeriale 26 giugno 2015 (13) prevedendo, fin d'ora, l'applicazione degli indici che tale decreto prevede, per gli edifici pubblici, soltanto a partire dall'anno 2019.
- adeguate condizioni di comfort termico negli ambienti interni, attraverso una progettazione che preveda una capacità termica area interna periodica (Cip) riferita ad ogni singola struttura opaca dell'involucro esterno, calcolata secondo la UNI EN ISO 13786:2008, di almeno 40 kJ/m<sup>2</sup>K oppure calcolando la temperatura operante estiva e lo scarto in valore assoluto valutato in accordo con la norma UNI EN 15251.



# VARIABILI ESTIVE:

Le variabili in gioco

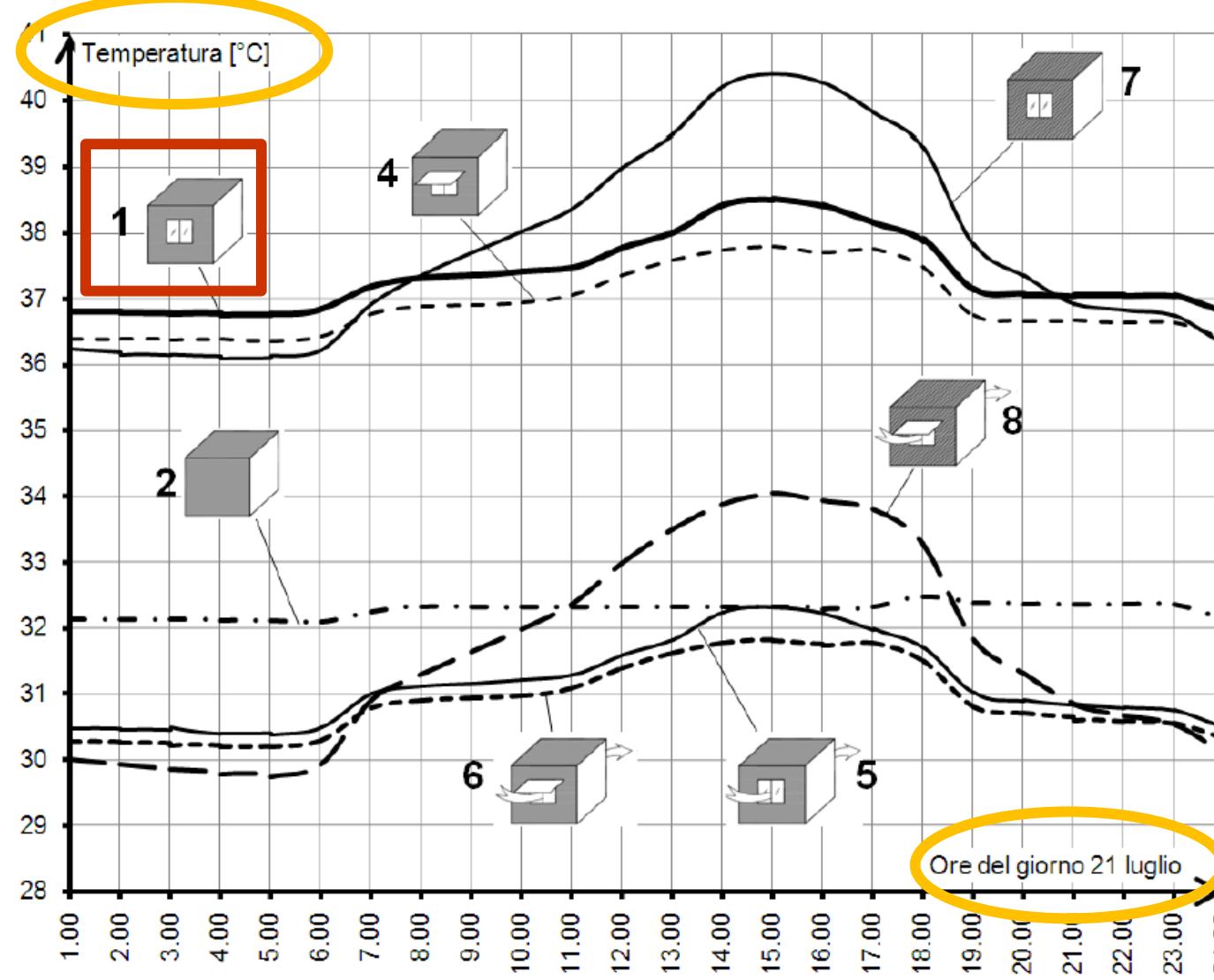


Inerzia

Apporti solari

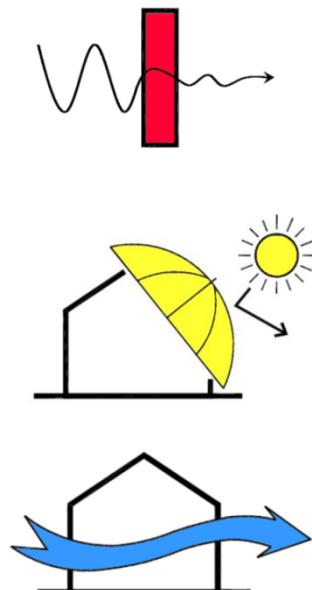
Ventilazione

# VARIABILI ESTIVE: I RISULTATI DI UNA SIMULAZIONE



# MISURE IN CAMPO:

Monitoraggio  
nell'estate 2011

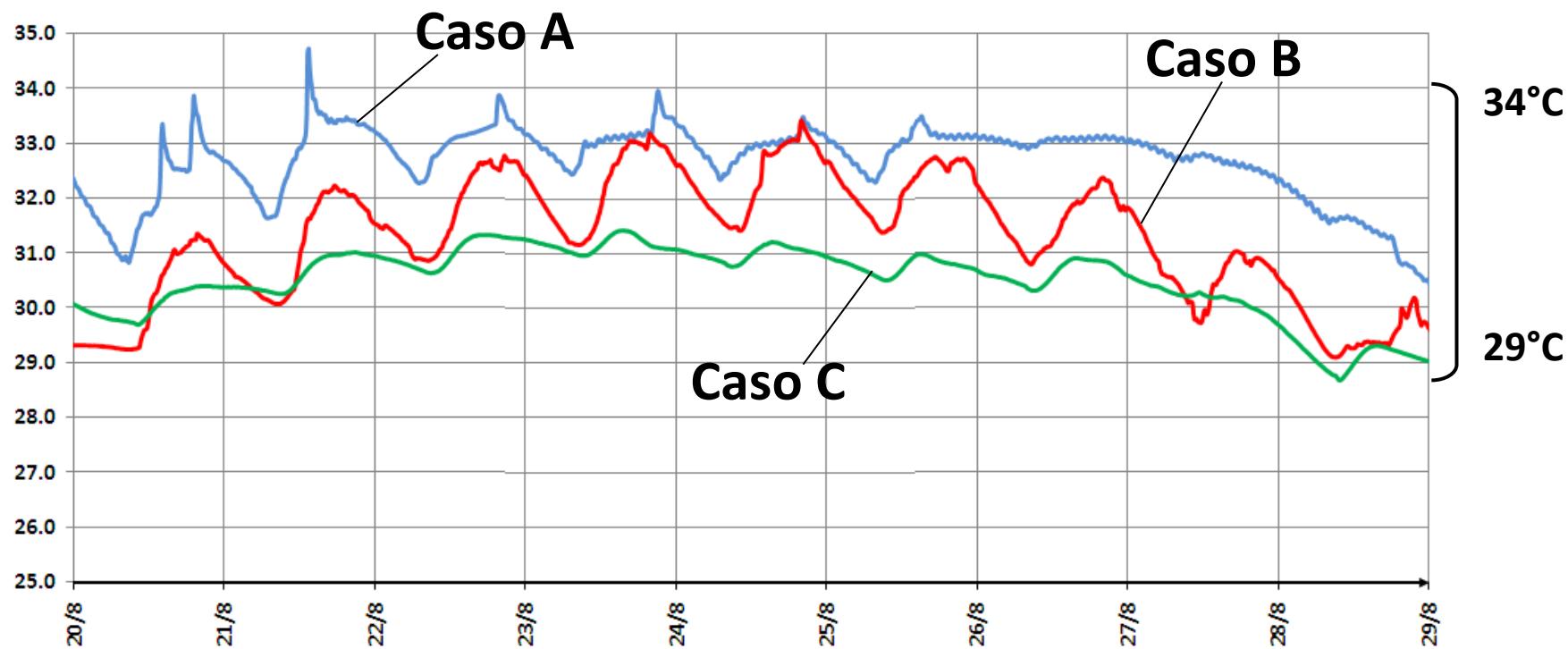


Caso A	Caso B	Caso C
 Fronte SE	 Fronte SSE	 Fronte SSE
★ Edificio del 1956	★ Edificio del 1984	★★★ Edificio del 1900 riqualificato
★ Tende interne senza uso delle tapparelle	★★ Tende interne abbinate all'suo di tapparelle	★★★ Tende interne e doppi persiane
★ Ventilazione naturale non gestita	★ Ventilazione naturale non gestita	★★ Ventilazione naturale attenta

## MISURE IN CAMPO:

**Settimana più calda dell'estate 2011**

Temperature degli ambienti interne registrate dal 20 al 29 agosto

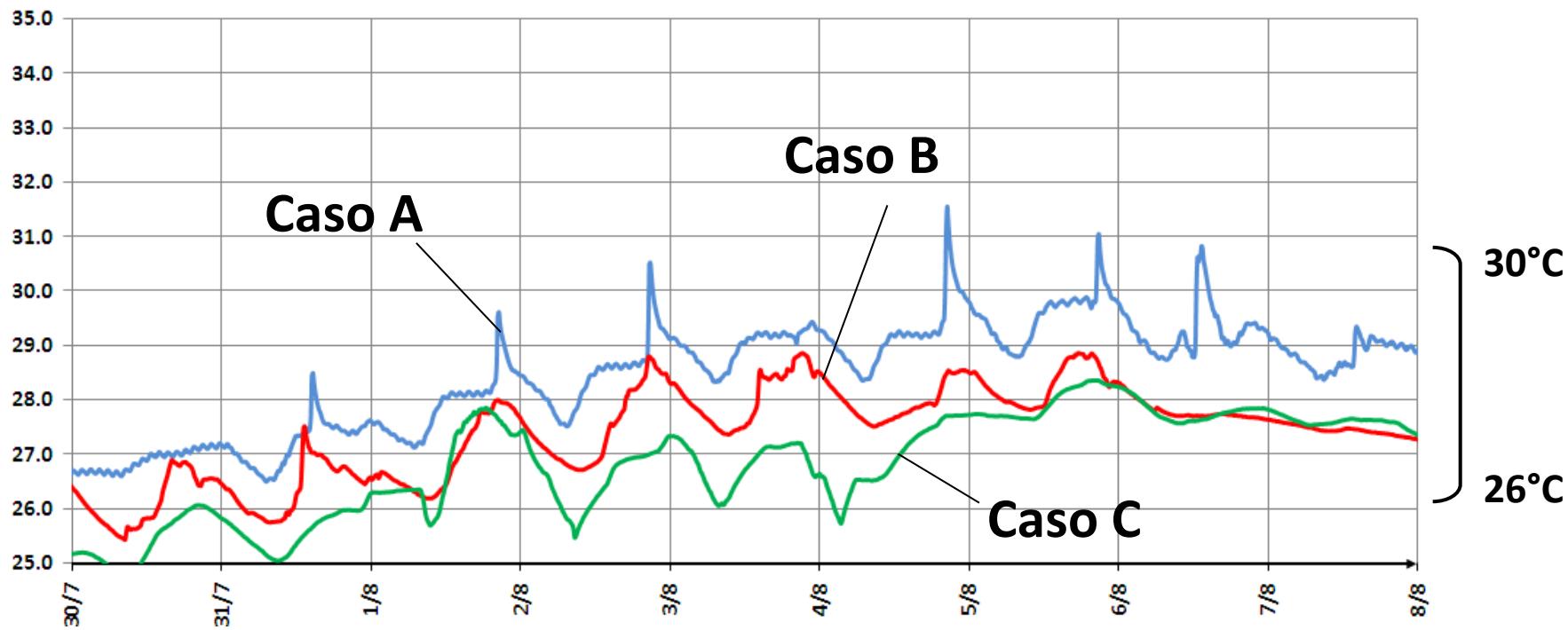


Note: - temperature interne sopra i 30°C (lontani dal comfort)  
- effetto visibile dell'inerzia e della gestione degli apporti solari

## MISURE IN CAMPO:

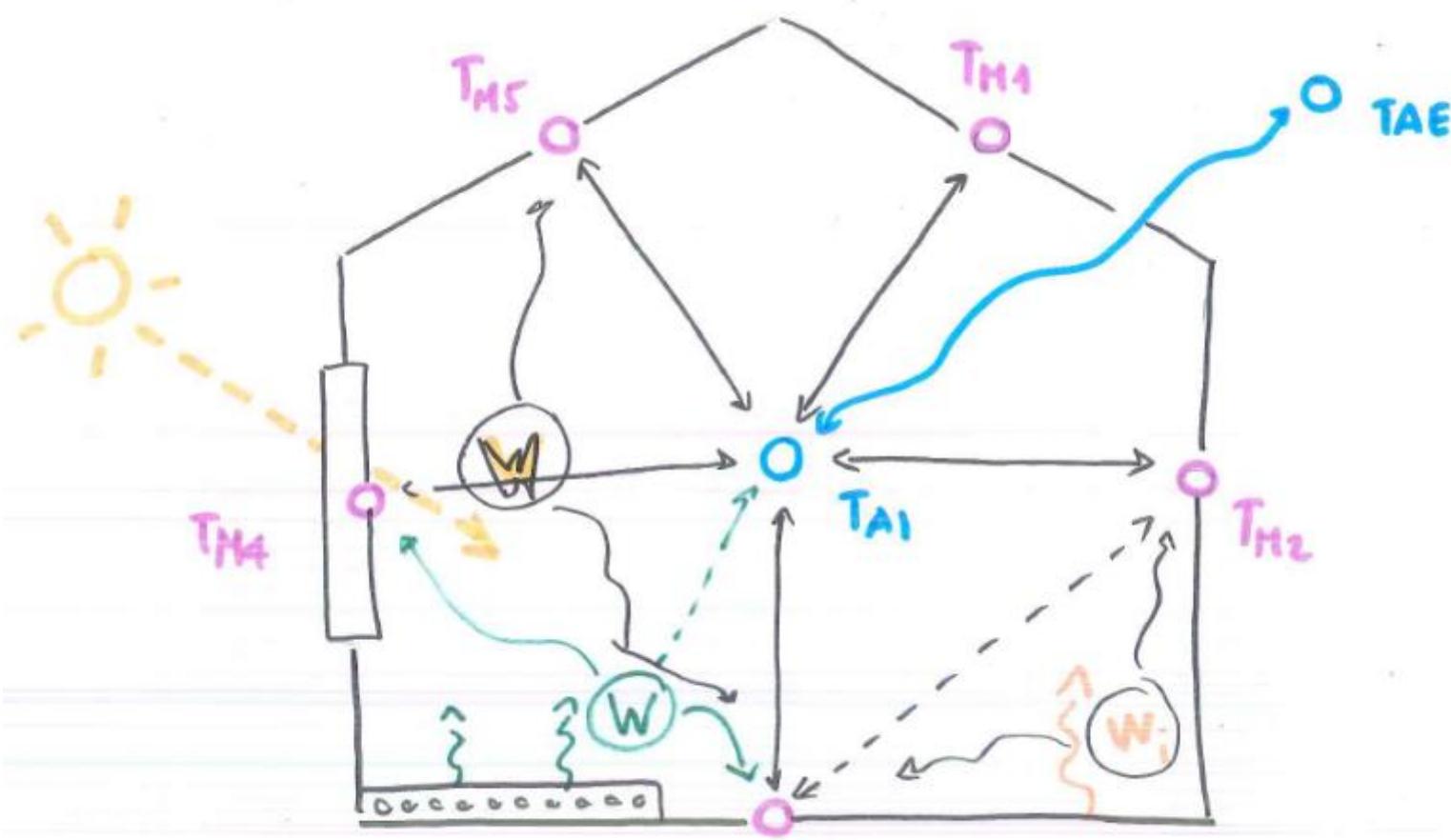
**Settimana media estiva 2011**

Temperature degli ambienti interne registrate dal 20 luglio al 8 agosto



Note: - Differenza di 2/3 °C tra il caso A e C  
- effetto visibile dell'inerzia e della gestione degli apporti solari

# CONTRIBUTI IN REGIME DINAMICO



Bilancio tra i nodi e l'ambiente interno  
(profilo ventilazione, carichi interni, apporti solari attraverso le finestre)

## MASSETTI A BASSO SPESSORE

Gli interventi sull'esistente o gli edifici di nuova costruzione sono ben isolati termicamente.

Si è quindi ridotta la potenza termica necessaria a «caricarli» e condizionarli.

E' molto importante anche poter «reagire» rapidamente alle sollecitazioni interne di caricamento e scaricamento.

I massetti a basso spessore coniugati con la tecnologia dei pannelli radianti possono offrire buone opportunità in tal senso.



**Grazie per l'attenzione**  
**[www.anit.it](http://www.anit.it)**

