



---

# Sistemi radianti. Prestazioni e comfort ambientale.

Il convegno inizierà alle **ore 10.30**



ASSOCIAZIONE NAZIONALE  
PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO

Dal 1984 diffonde, promuove e sviluppa l'efficienza energetica e il comfort acustico come mezzi per salvaguardare l'ambiente e il benessere delle persone

# Attività istituzionali



**ANIT** 



soci individuali

**3860**



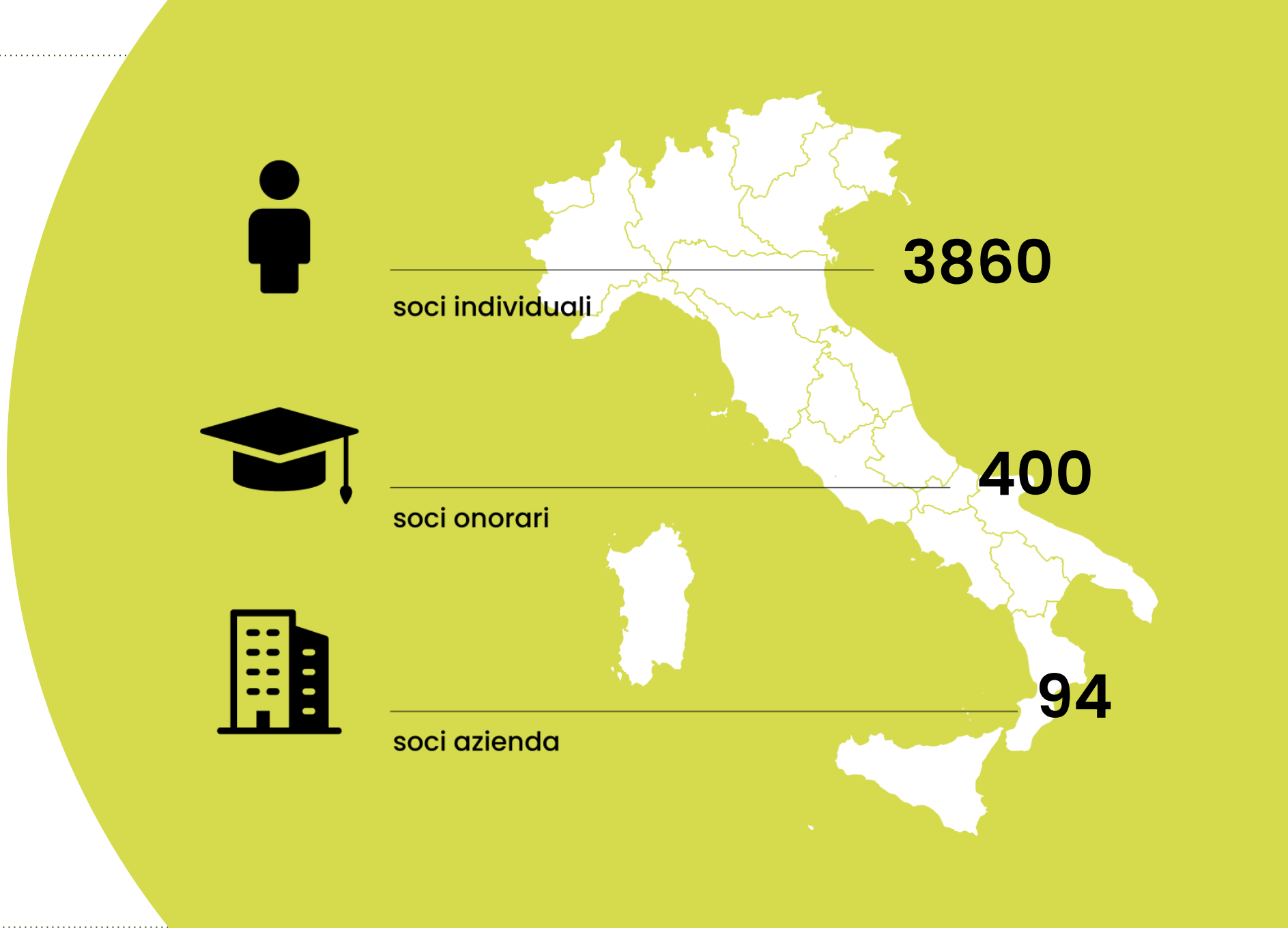
soci onorari

**400**



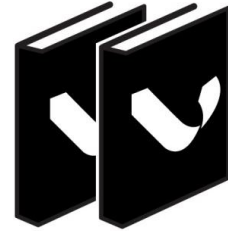
soci azienda

**94**



## Servizi per i soci

- Guide
- Chiarimenti tecnici
- Rivista neo Eubios



- Software



PAN



IRIS



APOLLO



LETO



EUREKA



ECHO



ICARO

Servizi validi  
per **12 mesi**

**120€ + IVA**

QUOTA SOCIO

**240€ + IVA**

QUOTA SOCIO PIÙ



Accedi

Chi siamo ▾

News ▾

Diventa Socio ▾

Soci ANIT ▾

Leggi e norme ▾

Pubblicazioni ▾

Corsi ed eventi ▾

Software ▾

Contatti

Scopri i corsi ANIT  
di febbraio e marzo!

Scopri di più



# Corsi ed eventi

14/09/2023

**Corso completo abilitante Tecnico  
Competente in Acustica (TCA) – online e dal  
vivo**

Acustica 180 ore



Streaming



Iscrizioni aperte

15/09/2023

**Fonti rinnovabili e fonti energetiche nel  
contesto della decarbonizzazione, corso on  
line**

Impianti 6 ore



Streaming



Iscrizioni aperte

28/09/2023

**Capire gli impianti: esempi di modellizzazione  
energetica – liv.1, corso on line**

Impianti 6 ore



Streaming



Iscrizioni aperte

29/09/2023

**La nuova classificazione acustica e il rispetto  
dei CAM, corso on line**

Acustica 6 ore



Streaming



Iscrizioni aperte

05/10/2023

**Termografia in edilizia: abilitazione al 2°  
livello secondo UNI EN ISO 9712, corso on  
line e dal vivo**

Altro 48 ore



Streaming



Iscrizioni aperte

**ANIT**  
4.53K subscribers

HOME VIDEOS PLAYLISTS COMMUNITY CHANNELS

Uploads ▾ PLAY ALL

**ACUSTICA EDILIZIA** 3:29  
Acustica edilizia in pillole – Episodio 00  
30 views • 3 hours ago

Efficienza energetica e sicurezza sismica nel... 2:32:00  
3K views • Streamed 2 weeks ago

Conduttività termica: cos'è e come si valuta 2:48:14  
2.9K views • Streamed 1 month ago

**IL BONUS 110%** 3:25  
SP. 05 ING. CARLOTTA BERSANI  
Il Bonus 110% in pillole - APE convenzionali e doppi...  
766 views • 2 months ago

**IL BONUS 110%** 3:26  
SP. 06 ING. MARCO BATTISTESSA  
Il Bonus 110% in pillole - Trasmissione media:...  
1.3K views • 2 months ago

**IL BONUS 110%** 6:38  
SP. 03 ING. GIORGIO GALBUSERA  
Il Bonus 110% in pillole - Bonus 110% e Verifica di H...  
1.7K views • 3 months ago

Superbonus 110%. L'esperto risponde - Webinar gratuit... 2:12:43  
54K views • Streamed 7 months ago

Bonus 110%, a che punto siamo? 1:47:53  
21K views • Streamed 9 months ago

**ECHO 8.1** 1:57:02  
ECHO 8.1 - Incontro di approfondimento per i Soc...  
1K views • 11 months ago

## CREDITI FORMATIVI

INGEGNERI: 2 CFP accreditato dal CNI (evento n. 23p56042)

GEOMETRI: 2 CFP accreditato dal Collegio di Cremona

PERITI INDUSTRIALI: Non previsti

ARCHITETTI: Non previsti

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



# Patrocini e sponsor



Collegio Provinciale  
Geometri e Geometri Laureati  
di Cremona



Associazione Italiana Polistirene Espanso

# Programma della giornata

10.15 Attivazione collegamento

10.30

DM requisiti minimi per isolamento e sistemi radianti: regole e modalità di calcolo stazionarie e dinamiche

Ing. Alessandro Panzeri – ANIT

11.30

Contributo degli elementi in EPS caratteristiche richieste e prestazioni

Ing. Marco Piana – AIPE

Ing. Clara Peretti – Q-Rad

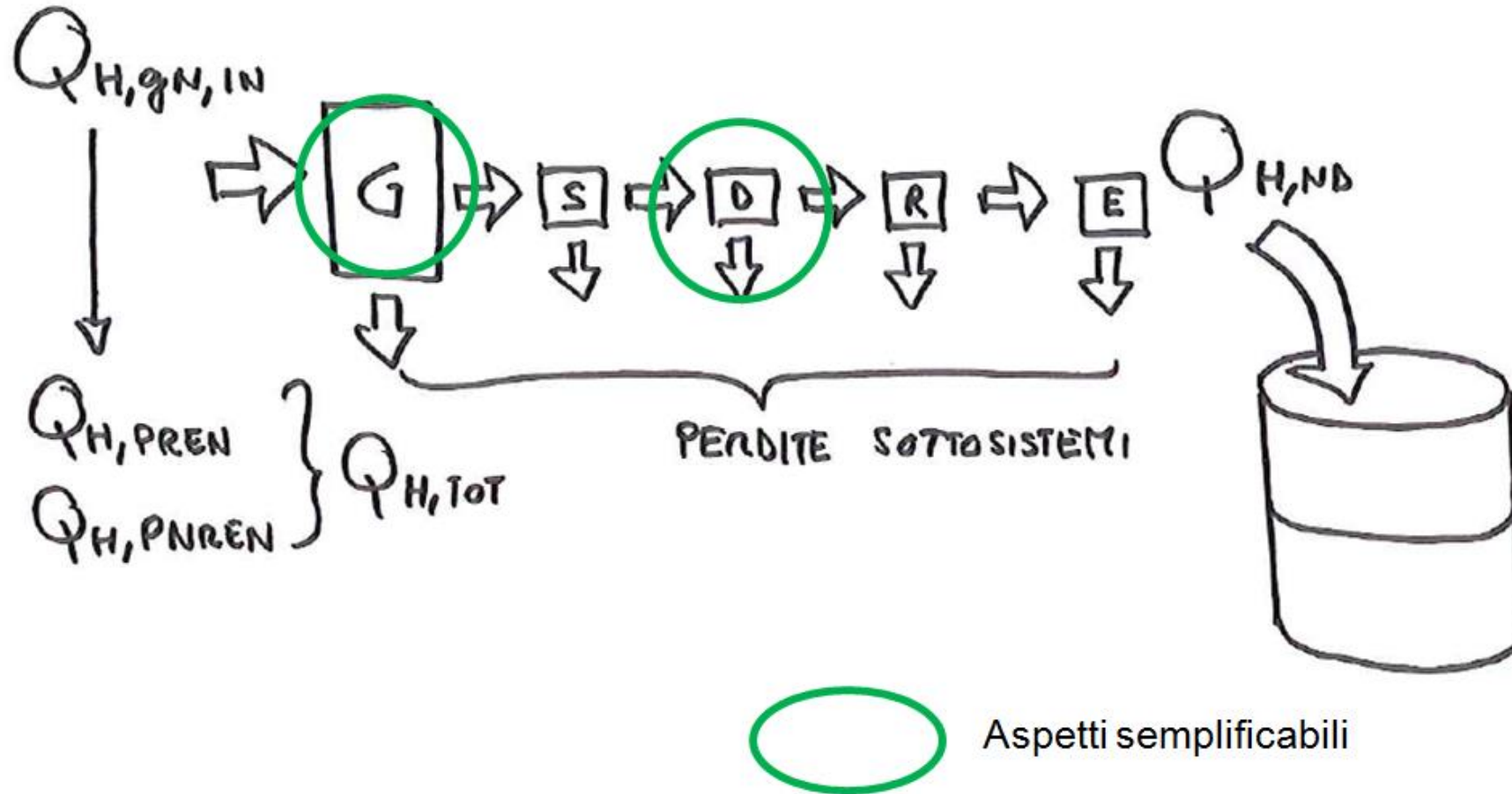
12.30 Risposte a domande online

12.45 Chiusura lavori

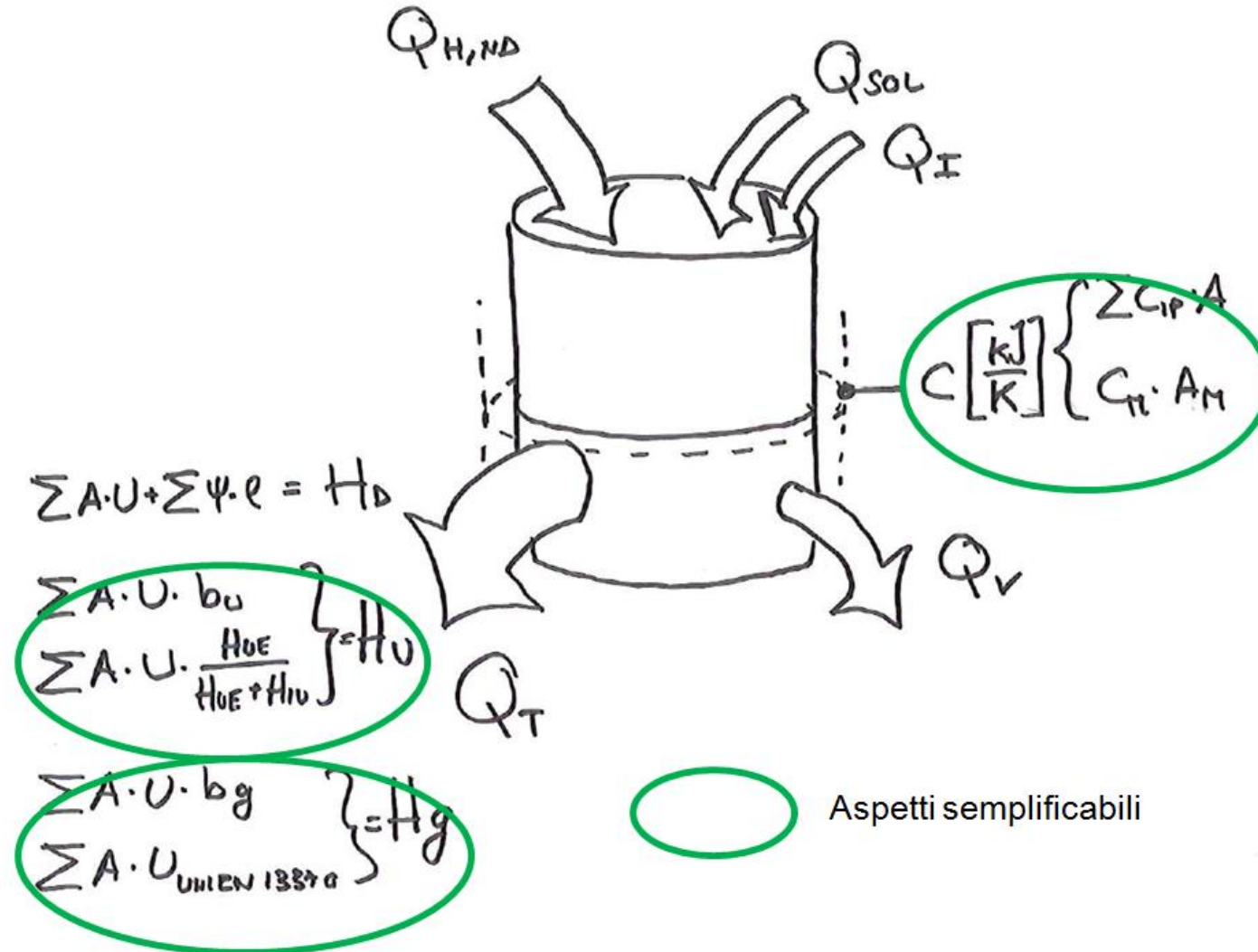
---

# Requisiti minimi – DM 2015

# ANALOGIA IDRAULICA – semi stazionario



# ANALOGIA IDRAULICA



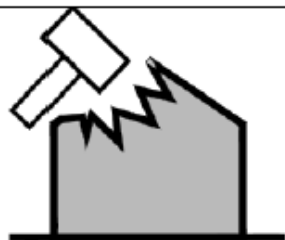
# EFFICIENZA ENERGETICA- DM 26 GIUGNO 2015



## **Nuova costruzione** (All.1 Art.1.3)

Per edificio di nuova costruzione si intende l'edificio il cui titolo abilitativo sia stato richiesto dopo l'entrata in vigore del DM 26/6/15 (*ndr, ovvero dal 1° ottobre 2015*)

Sono assimilati a edifici di nuova costruzione:



## **Demolizione e ricostruzione** (All. 1, Art. 1.3)

Rientrano in questa categoria gli edifici sottoposti a demolizione e ricostruzione, qualunque sia il titolo abilitativo necessario.



## **Ampliamento di edifici esistenti con nuovo impianto** (All. 1 Art. 1.3 e Art. 6.1) <sup>(1)</sup>

Ampliamento di edifici esistenti (dotati di nuovi impianti tecnici) per il quale valga almeno una delle seguenti condizioni:

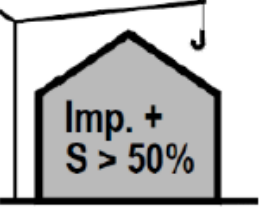
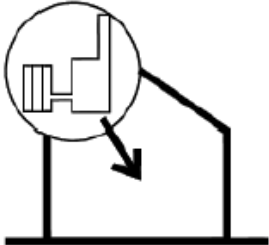
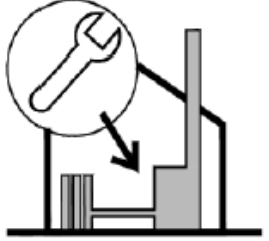
- nuovo volume lordo climatizzato > 15% volume lordo climatizzato esistente <sup>(6)</sup>
- nuovo volume lordo climatizzato > 500 m<sup>3</sup>

La parte ampliata di fatto è trattata come una porzione di nuova costruzione.

*(\* si veda anche la nota sul recupero di volumi esistenti)*

# EFFICIENZA ENERGETICA- DM 26 GIUGNO 2015

Il decreto individua la categoria delle “Ristrutturazioni importanti” come segue:

	<p><b>Ristrutturazioni importanti di primo livello</b> (All. 1 Art. 1.4.1)</p> <p>La ristrutturazione prevede contemporaneamente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• un intervento che interessa l’involucro edilizio con un’incidenza <math>&gt; 50\%</math> della superficie disperdente lorda complessiva dell’edificio <sup>(2)</sup>;</li><li>• la ristrutturazione dell’impianto termico <sup>(3)</sup> per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva asservito all’intero edificio.</li></ul> <p>In tal caso i requisiti di prestazione energetica si applicano all’intero edificio e si riferiscono alla sua prestazione energetica relativa al servizio o servizi interessati.</p>
	<p><b>Nuova installazione di impianto</b> (All. 1 Art. 1.4.2 e Art. 6.1) <sup>(4)</sup></p> <p>Gli interventi di nuova installazione di impianto termico asservito all’edificio per i servizi di riscaldamento, di raffrescamento e produzione di ACS .</p>
	<p><b>Ristrutturazione di impianto</b> (All. 1 Art. 1.4.2 e Art. 6.1) <sup>(4)</sup></p> <p>Gli interventi di ristrutturazione di impianto termico asservito all’edificio <sup>(3)</sup> per i servizi di riscaldamento, di raffrescamento e produzione di ACS.</p>



# EFFICIENZA ENERGETICA- DM 26 GIUGNO 2015

<b>E1(1)</b>	 		 Imp. + S > 50%	 S > 25%	 S ≤ 25%	 	 
<b>E1(2)</b>							
<b>E1(3)</b>							
<b>E2</b>							
<b>E3</b>							
<b>E4</b>							
<b>E5</b>							
<b>E7</b>							
<b>E6</b>	A,B,D,F, H,J,K,L*,M, P,Q,R,S, T,W,X,Y	B,F,H, K,Q,S, T,W,Y	A,B,D,E,F, H,J,K,L*,M, P,Q,R,S, T,W,X,Y	B,C,E,F,I, K, L*	C,E,F,I, K,Q	E, M,N, Q, R,S, U,V, W,X,Y	M,O, Q, R,S, W,X
<b>E8</b>	A,B,F, H,J,K,L*,M, P,Q,R,S, T,W,X,Y		A,B,E,F, H,J,K,L*,M, P,Q,R,S, T,W,X,Y				



## REQUISITI MINIMI E CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

GUIDA ANIT DI APPROFONDIMENTO TECNICO

16 giugno 2022



Questa guida è aggiornata alla data sopra indicata. Verificate sul [SITO ANIT](http://SITO ANIT) la presenza di versioni più recenti.

Tutti i diritti sono riservati.



### mini GUIDA ANIT

Efficienza energetica e acustica degli edifici

maggio 2023



Efficienza energetica degli edifici

Certificazione energetica

Requisiti acustici passivi

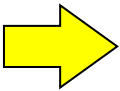
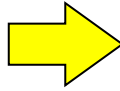
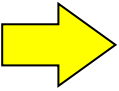
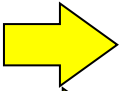
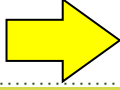
Classificazione acustica

Superbonus 110%

ANIT



# PRESCRIZIONI SU EFFICIENZA CORPI EMITTENTI

	<b>A</b>	Verificare che $EP_{H,nd}$ , $EP_{C,nd}$ e $EP_{gl,tot}$ siano inferiori ai valori limite (All. 1 Art. 3.3 comma 2b.iii e comma 3, App.A)
	<b>B</b>	Verificare che $H'_T$ sia inferiore al valore limite (All.1 Art. 3.3 comma 2b.i e Art. 4.2 comma 1b, App.A)
	<b>C</b>	Verificare che la trasmittanza delle strutture opache e chiusure tecniche rispetti i valori limite (All.1 Art. 5.2, comma 1a,b,c, Art. 4.2, comma 1a, Art. 1.4.3 comma 2, App. B)
	<b>D</b>	Verificare che la trasmittanza dei divisori sia inferiore o uguale a $0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (All.1 Art.3.3 comma 5)
	<b>E</b>	Le altezze minime dei locali di abitazione [...] possono essere derogate fino a 10 cm (All.1 Art.2.3 comma 4)
	<b>F</b>	Verificare l'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali* (All. 1 Art. 2.3 comma 2) * La FAQ 3.11 del 2018 sostiene che la cond. interstiz. può considerarsi assente quando si soddisfano le condizioni dalla UNI EN ISO 13788, ovvero non oltre la quantità max ammissibile e nessun residuo dopo un ciclo annuale.
	<b>G</b>	Verificare nelle località in cui $I_{m,s} \geq 290 \text{ W/m}^2$ , che le pareti opache verticali, orizzontali e inclinate rispettino i limiti di trasmittanza periodica ( $Y_{IE}$ ) e massa superficiale ( $M_s$ ) (All.1 Art. 3.3 comma 4b,c)
	<b>H</b>	Verificare che il rapporto $A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ rispetti i limiti previsti (All.1 Art. 3.3 comma 2b.ii, App.A)
	<b>I</b>	Verificare che per le chiusure tecniche trasparenti $g_{gl+sh} \leq 0,35$ (All.1 Art. 5.2 comma 1d e Art. 4.2 comma 1a)
	<b>J</b>	Valutare l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate (All.1 Art.3.3 comma 4a)
	<b>K</b>	Verificare l'efficacia, per le strutture di copertura, dell'utilizzo di materiali a elevata riflettanza solare e di tecnologie di climatizzazione passiva (All.1 Art.2.3 comma 3)
	<b>L</b>	Rispettare gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili termiche ed elettriche secondo quanto previsto dal DLgs 28/11 e DLgs 199/21 (All.1 Art. 3.3 comma 6, All.3 DLgs28/11 e s.m.i.)
	<b>M</b>	Verificare che i rendimenti $\eta_H$ , $\eta_W$ e $\eta_C$ siano maggiori dei rispettivi valori limite (All.1 Art. 3.3 comma 2b.iv, Art. 5.3.1 comma 1a, Art.5.3.2 comma 1a, Art. 5.3.3 comma 1, App.A)
	<b>N</b>	Realizzare una diagnosi energetica dell'edificio e dell'impianto (All.1 Art. 5.3 comma 1)
	<b>O</b>	Rispettare i limiti e le regole previste per la sostituzione generatore di calore, la sostituzione di macchine frigorifere e la sostituzione di generatori di calore per l'ACS (All. 1 Art. 5.3.1 comma 1d, Art. 5.3.2 comma 1c, Art. 5.3.3 comma 1, App.B)
	<b>P</b>	Per gli edifici ad uso non residenziale, è obbligatorio un livello minimo di automazione le tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (All. 1. Art. 3.2 comma 10)
	<b>Q</b>	Rispettare i limiti e le regole per la termoregolazione (All.1. Art. 3.2 comma 7, Art. 5.2 comma 2, Art. 5.3.1 comma 1b, Art. 5.3.2 comma 1b)
 	<b>R</b>	Rispettare i limiti e le regole per la contabilizzazione del calore (All. 1. Art. 3.2 commi 8,9, Art. 5.3.1 comma 1c, Art. 5.3.2 comma 1b)

NB La sola sostituzione dei corpi scaldanti (senza sostituire il generatore) non prevede il rispetto di requisiti specifici.  
Si rientra negli ambiti di applicazione del DM 26 giugno 2015 soltanto se il generatore viene sostituito

---

# **Modalità di calcolo stazionarie e dinamiche**

## **UNI TS 11300-1/6**

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

# 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
<b>A1</b>	<b>Sul progetto</b>	Standard	Standard	Progetto
<b>A2</b>	<b>Standard</b>	Standard	Standard	Reale
<b>A3</b>	<b>Adattata all’utenza</b>	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

# ESTRATTO MODELLAZIONE PARTE INVOLUCRO

Tipo di dato		Valutazione progetto A1	Valutazione standard A2	Valutazione adattata all'utenza A3
Uso	Temperatura interna	20 °C per le principali destinazioni d'uso		Come A1/A2, oppure in funzione ai profili di utilizzo dell'edificio
Clima	Temperatura e irraggiamento solare	In accordo con UNI 10349		-
Edificio	Trasmittanza dei componenti opachi	Stabiliti in accordo con UNI EN ISO 6946	Come A1, oppure per edifici esistenti possono essere ricavati da UNI/TR 11552, o letteratura tecnica	
Edificio	Trasmittanza dei componenti trasparenti	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		
Edificio	Ponti termici	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	
Edificio	Scambio termico verso ambiente non climatizzato	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 IMPIANTI

SISTEMA IMPIANTISTICO H - oggetto di indagine – UNI TS 11300-2			
Tipo di dato	Valutazione progetto A1	Valutazione standard A2	Valutazione adattata all'utenza A3
<b>Perdite di emissione</b>	Rendimenti tabellari come da prospetti 17 e 18		
<b>Perdite di regolazione</b>	Rendimenti tabellari come da prospetto 20		
<b>Perdite di distribuzione</b>	Rendimenti precalcolati come da prospetti 21-22-23. Se le condizioni al contorno non sono rispettate, calcoli analitici tubazione per tubazione in accordo con Appendice A		
<b>Perdite di accumulo</b>	Calcolo analitico delle perdite in funzione della dimensione del serbatoio, grado di isolamento, ubicazione e temperatura dell'acqua		
<b>Combustione a fiamma di combustibili fossili (e biomasse)</b>	Calcoli in accordo con Appendice B ovvero con metodo basato su dati dei produttori Direttiva 92/42/CEE oppure metodo analitico basato su dati forniti dai produttori o rilevati in campo	Come A1 (possibilmente metodo dell'Appendice B), o rendimenti tabellari dei prospetti 25, 26, 27, 28 e 29 dove le condizioni lo consentono	Calcoli in accordo con Appendice B ovvero con metodo basato su dati dei produttori Direttiva 92/42/CEE oppure metodo analitico basato su dati forniti dai produttori o rilevati in campo
<b>Solare termico</b>	Calcolo in accordo con UNI/TS UNI11300-4		
<b>Elettrico (effetto Joule e/o radiante)</b>	Secondo punto 6.6.4		
<b>Altri metodi di generazione (pompa di calore, teleriscaldamento ec..)</b>	Calcolo in accordo con UNI/TS UNI11300-4		

# METODO DI CALCOLO SEMI-STAZIONARIO

Basso spessore e bassa inerzia o elevato

Rendimenti di emissione $\eta_e$ in locali con altezza minore di 4 m			
Tipo di terminale di erogazione	Carico medio annuo (cma) $W/m^3$		
	$\leq 4$	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
<b>Pannelli annegati a pavimento</b>	<b>0.99</b>	<b>0.98</b>	<b>0.97</b>
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  $\leq 55$  °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]

Tipo di regolazione	Caratteristiche della regolazione	Rendimenti di regolazione $\eta_{rg}$		
		Sistemi a bassa inerzia	Sistemi ad elevata inerzia	
		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) $K = (0.6 \eta_e \gamma)$		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	0.94	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]

# INPUT E MODELLO DI CALCOLO

- Progetto
  - Gestione zone
  - Dati climatici
  - Involucro
  - Gestione unità immobiliari
  - Carico termico di progetto
  - Impianti
    - Elementi impianti
    - Fattori di energia primaria
    - Riscaldamento
      - Emissione
      - Regolazione
      - Generazione
      - Impianto di riscaldamento
        - Emissione e regolazione
          - APP.1
          - APP.2
          - APP.4
          - BAGNO
          - CAMERA 1
          - CAMERA 2
          - CORRIDOIO
          - CUCINA
          - SOGGIORNO
        - Distribuzione ad acqua
          - Distribuzione utenze
          - Distribuzione comune
          - Circuito primario
          - Circuito generazione
        - Distribuzione ad aria
        - Accumulo
        - Unità trattamento aria
        - Generazione
          - Daikin - EBLA16DW1
          - Daikin - D2TND035A4A
      - Raffrescamento
      - Acqua calda sanitaria
      - Ventilazione
        - Fotovoltaico
    - Risultati di calcolo
    - Attestati e relazioni

**Terminali di emissione**

Descrizione: Pannelli radiante a pavimento camera 2 1100

anneggiati a pavimento

Altezza media dei locali: 2.9 m

Carico termico: 1.1 W/m<sup>2</sup>

Rendimento di emissione: 0.990

Pannelli disaccoppiati termicamente

Pannelli anneggiati in strutture disperdenti

Temperatura di mandata di progetto: 39,4 °C

Temperatura di ritorno di progetto: 34,4 °C

Potenza termica di progetto delle unità terminali: 1,10 kW  calcola

Esponente n della curva caratteristica: 1,1

Portata:  costante  variabile

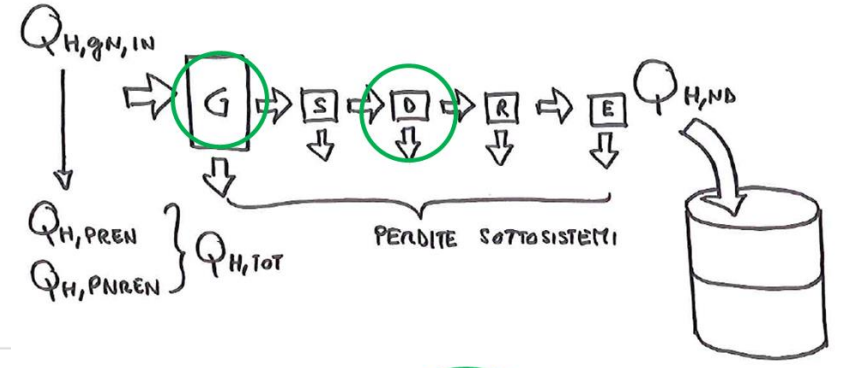
Temperatura di mandata:  costante  variabile

	Fattore di carico	Potenza media [kW]	Temperat. media [°C]	Temperat. mandata [°C]	Temperat. ritorno [°C]	Portata [kg/h]
gennaio	0,12	0,15	22,68	27,68	17,68	12,52
febratio	0,07	0,08	21,59	26,59	16,59	7,02
marzo	0,02	0,02	20,51	25,51	15,51	2,03
aprile	0,00	0,00	20,12	25,12	15,12	0,41
maggio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
giugno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
luglio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
agosto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
settembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ottobre	0,01	0,01	20,31	25,31	15,31	1,18
novembre	0,07	0,09	21,70	26,70	16,70	7,59
dicembre	0,14	0,16	22,95	27,95	17,95	13,91

**Tipo di regolazione:** Per singolo ambiente + climatico

P banda prop. 2°C

Rendimento di regolazione: 0.940



Sistema di contabilizzazione (solo per valutazioni di tipo A3 - dia)

Circuito on-off  Presenza di valvole termostatiche

	Qh [kWh]	Qe [kWh]	Qaux,e [kWh]	Qrg [kWh]	Qhr [kWh]
▶ gennaio	100,6	1,0	0,0	6,5	108,1
febratio	50,9	0,5	0,0	3,3	54,7
marzo	10,0	0,1	0,0	0,6	10,7
aprile	1,5	0,0	0,0	0,1	1,6
maggio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ottobre	5,2	0,1	0,0	0,3	5,6
novembre	59,0	0,6	0,0	3,8	63,4
dicembre	111,7	1,1	0,0	7,2	120,1
ANNUALE	338,9	3,4	0,0	21,9	364,2

Aspetti semplificabili

# METODO DI CALCOLO SEMI-STAZIONARIO

## Indici di prestazione energetica di involucro limite

Edificio	H	C
	Riscald.	Raffresc.
	X	X

Gli indici di prestazioni sono calcolati come da progetto e in relazione all'edificio di riferimento per il rispetto dei requisiti minimi.

L'indice di prestazione energetica utile per il servizio di riscaldamento H è definito come  $EP_{H,nd}$ .

L'indice di prestazione energetica utile per il servizio di climatizzazione estiva C è definito come  $EP_{C,nd}$ .

## Efficienza media stagionale

Il limite di legge di efficienza media stagionale è determinato in accordo con la definizione presente nel DLgs 192/05 e s.m.i. come rapporto tra l'energia utile e quella primaria del servizio:

$$\eta_H = \frac{Q_{H,nd}}{Q_{H,tot}}$$

dove:

- $\eta_H$  è l'efficienza media stagionale per il servizio di riscaldamento
- $Q_{H,nd}$  è il fabbisogno energetico ideale del sistema edificio servito dall'impianto [kWh/anno]
- $Q_{H,tot}$  è fabbisogno energetico espresso in energia totale (primaria rinnovabile e primaria non rinnovabile) del sistema edificio-impianto annesso al servizio [kWh/anno]. Nella valutazione del fabbisogno legato al servizio sono compresi i consumi elettrici degli ausiliari elettrici del servizio oltre che le perdite legate all'inefficienza dei sottosistemi presenti di regolazione, emissione, distribuzione, accumulo e generazione.

## Valori di riferimento impianto

L'edificio di riferimento si considera dotato degli stessi impianti di produzione di energia dell'edificio reale. In assenza del servizio energetico nell'edificio reale non si considera fabbisogno di energia primaria per quel servizio. Per i servizi di climatizzazione invernale (H) e climatizzazione estiva (C) si utilizzano i parametri del fabbricato di riferimento. Per il servizio di acqua calda sanitaria (W) il fabbisogno di energia termica utile  $Q_{W,nd}$  è pari a quello dell'edificio reale. Le efficienze medie  $\eta_u$  del complesso dei sottosistemi di utilizzazione (emissione/erogazione, regolazione, distribuzione e dell'eventuale accumulo) e di generazione sono definite nelle Tabelle 7 e 8 riportate di seguito e sono comprensive dell'effetto dei consumi di energia elettrica ausiliaria.

TABELLA 7 (Appendice A)

Efficienze medie  $\eta_u$  dei sottosistemi di utilizzazione dell'edificio di riferimento per i servizi di H, C, W

Efficienza dei sottosistemi di utilizzazione $\eta_u$	H	C	W
Distribuzione idronica	0,81	0,81	0,70
Distribuzione aeraulica	0,83	0,83	-
Distribuzione mista	0,82	0,82	-

TABELLA 8 (Appendice A)

Efficienze medie  $\eta_{gn}$  dei sottosistemi di generazione dell'edificio di riferimento per la produzione di energia termica per i servizi di H, C, W e per la produzione di energia elettrica in situ.

Sottosistemi di generazione:	Produzione di energ. termica			Produzione di energia elettrica in situ
	H	C	W	
Generatore a combustibile liquido	0,82	-	0,80	-
Generatore a combustibile gassoso	0,95	-	0,85	-
Generatore a combustibile solido	0,72	-	0,70	-
Generatore a biomassa solida	0,72	-	0,65	-
Generatore a biomassa liquida	0,82	-	0,75	-
Pompa di calore a compressione di vapore elettr.	3,00	(*)	2,50	-



# INPUT E MODELLO DI CALCOLO

- Progetto
  - Gestione zone
  - Dati climatici
  - Involucro
  - Gestione unità immobiliari
  - Carico termico di progetto
  - Impianti
    - Elementi impianti
    - Fattori di energia primaria
    - Riscaldamento
      - Emissione
      - Regolazione
      - Generazione
      - Impianto di riscaldamento
        - Emissione e regolazione
          - APP. 1
          - APP. 2
          - APP. 4
          - BAGNO
          - CAMERA 1
          - CAMERA 2
          - CORRIDOIO
          - CUCINA
          - SOGGIORNO
    - Distribuzione ad acqua
      - Distribuzione utenza
      - Distribuzione comune
      - Circolo primario
      - Circolo generazione
    - Distribuzione ad aria
      - Accumulo
      - Unità trattamento aria
      - Generazione
        - Pompa di calore Aria-acqua R32
        - Generatore a gas
    - Raffrescamento
      - Acqua calda sanitaria
      - Ventilazione
        - Fotovoltaico
  - Resultati di calcolo
    - Fabbisogno mensile e carichi involucro
    - Fabbisogno mensile impianti
    - Indici di prestazione energetica
    - Attestati e relazioni

Anno di installazione: 2023    Codice catasto regionale:    Temperatura di out-off: 0 °C    COP medio stagionale: 3,580

Tipo di pompa: a compressione ad azionamento elettrico    Fattore correttivo dichiarato secondo UNI EN 14825: 0,9    Fattore correttivo dichiarato in base al fattore di carico: 0,9    Potenza utile nominale: 2°C / 35°C

Tipo di funzionamento: a potenza variabile, modulante    Fattore correttivo calcolato secondo UNI TS 11300: 0,5    Valore minimo di modulazione: 0,5    Ph: 12 kW

Sorgente fredda: Aria    Pozzo caldo: Acqua     Temperature di default

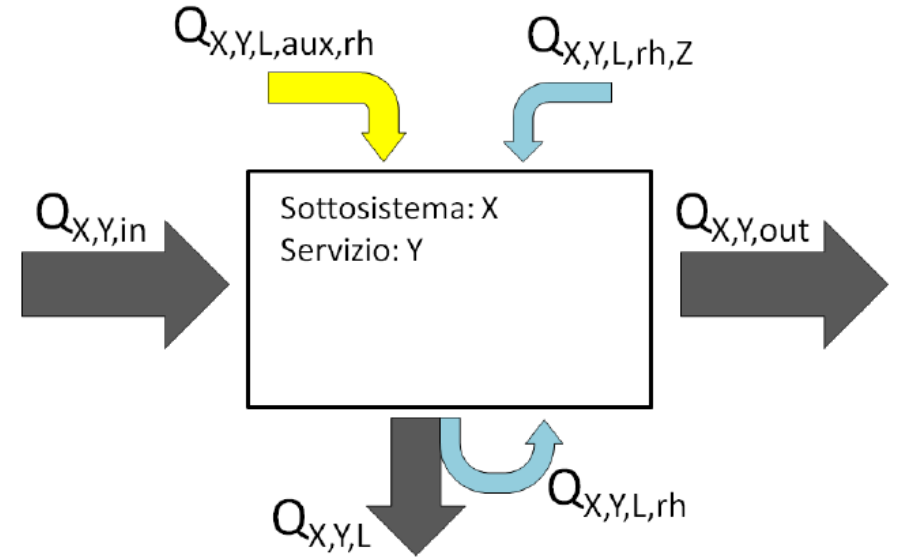
	Temperatura sorgente fredda [°C]	Temperatura pozzo caldo [°C]
gennaio	4,00	28,71
febbraio	7,11	27,48
marzo	10,57	25,93
aprile	13,41	22,56
maggio	19,38	0,00
giugno	22,83	0,00
luglio	24,49	0,00
agosto	24,27	0,00
settembre	19,81	0,00
ottobre	14,12	24,16
novembre	7,52	27,52
dicembre	3,52	28,97

Valori di riferimento di potenza e rendimento a pieno carico

	Ph 35°C	COP 35°C	Ph 45°C	COP 45°C	Ph 55°C	COP 55°C
-7°C	10,6	2,70	10,49	2,10	8,87	1,70
-2°C	12	3,30	12	2,30	12	2,00
2°C	16	4,53	16	3,51	15,63	2,75
10°C	3,2	5,32	9,2	5,32	15,63	2,75

Potenza degli ausiliari elettrici non inclusi nel COP (se presenti): 0 kW    Potenza della resistenza elettrica per integrazione (se presente): 0 kW

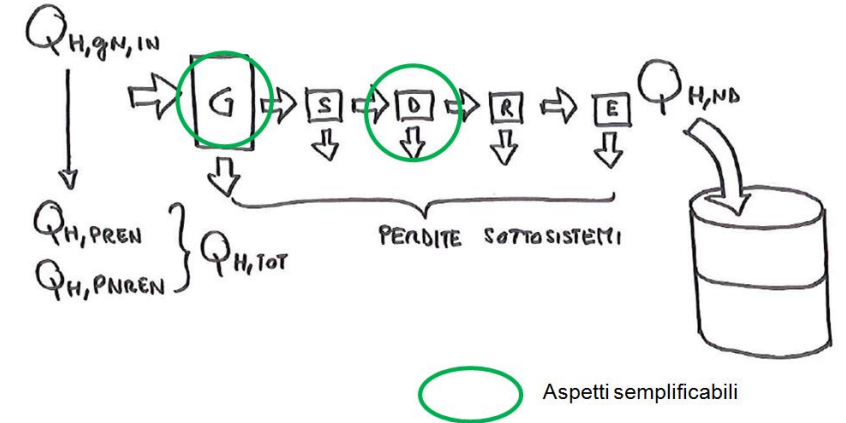
	Q <sub>in</sub> out [kWh]	Ph [kW]	CR	COP	Q <sub>aux</sub> [kWh]	Q <sub>in</sub> [kWh]	Q <sub>in</sub> h [kWh]	Q <sub>in</sub> t [kWh]	Q <sub>in</sub> ren [kWh]	Q <sub>in</sub> ren [kWh]	Ores [kWh]
gennaio	2263,45	10,67	0,18	3,12	0,00	-1243,39	492,88	0,00	961,11	1482,93	527,18
febbraio	1238,00	12,43	0,15	3,86	0,00	-891,34	346,66	0,00	675,99	1055,12	0,00
marzo	528,76	10,95	0,06	3,37	0,00	-362,07	166,69	0,00	325,04	459,40	0,00
aprile	84,51	4,85	0,01	1,22	0,00	-51,02	33,49	0,00	65,30	76,64	0,00
maggio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
giugno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
luglio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
agosto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
settembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ottobre	195,05	5,13	0,03	2,24	0,00	-149,40	45,65	0,00	89,02	162,02	0,00
novembre	1516,97	13,12	0,16	4,12	0,00	-1131,63	385,35	0,00	751,43	1274,35	0,00
dicembre	2686,99	11,76	0,24	3,23	0,00	-1642,01	649,79	0,00	1267,09	1957,04	395,19
ANNUALE	8513,73				0,00	-5470,87	2120,50	0,00	4134,97	6467,50	922,36



# INPUT E MODELLO DI CALCOLO

Efficienza del sottosistema, efficienza media e valutazione del combustibile

Edificio di progetto	Qh [kWh]	Qhr [kWh]	Qd,in [kWh]	Qgn,out [kWh]	Qgn,in [kWh]	Qaux [kWh]	Qel [kWh]	Qel_used [kWh]	Qp,nren [kWh]	Qp,ren [kWh]	Qp [kWh]	Rendimento globale	QR [%]	CO2 [kg]
gennaio	2026.1	2156.1	2236.0	2263.4	1029.5	18.0	510.9	0.0	1559.7	1491.4	3051.1	0.66	48.9	455.9
febbraio	1100.7	1171.6	1215.1	1238.0	353.5	10.1	356.7	0.0	702.9	1059.9	1762.7	0.62	60.1	239.5
marzo	457.4	487.6	505.7	528.8	166.7	11.2	177.8	0.0	346.8	464.6	811.4	0.56	57.3	122.7
aprile	67.5	71.6	74.3	84.5	115.3	5.4	38.9	0.0	161.7	79.2	240.9	0.28	32.9	45.9
maggio	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
giugno	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
luglio	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
agosto	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
settembre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
ottobre	166.3	177.1	183.7	195.1	138.4	6.1	51.8	0.0	198.3	164.9	363.2	0.46	45.4	57.0
novembre	1352.2	1439.3	1492.7	1517.0	391.9	10.8	396.1	0.0	779.4	1279.4	2058.8	0.66	62.1	265.5
dicembre	2409.9	2564.2	2659.2	2687.0	1058.4	16.3	666.1	0.0	1728.0	1964.7	3692.7	0.65	53.2	528.7
ANNUALE	7580.2	8067.6	8366.7	8513.7	3253.8	77.9	2198.4	0.0	5476.8	6504.1	11980.9	0.63	54.3	1715.3



Edificio di riferimento	Qh [kWh]	Qhr [kWh]	Qd,in [kWh]	Qgn,out [kWh]	Qgn,in [kWh]	Qaux [kWh]	Qel [kWh]	Qel_used [kWh]	Qp,nren [kWh]	Qp,ren [kWh]	Qp [kWh]	Rendimento globale	QR [%]
gennaio	2324.2			2869.4	1437.2		733.7	0.0	2169.4	1812.2	3981.6	0.58	45.5
febbraio	1329.6			1641.5	547.2		547.2	0.0	1067.0	1351.5	2418.5	0.55	55.9
marzo	611.4			754.8	251.6		251.6	0.0	490.6	621.4	1112.0	0.55	55.9
aprile	114.6			141.5	47.2		47.2	0.0	92.0	116.5	208.5	0.55	55.9
maggio	0.0			0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
giugno	0.0			0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
luglio	0.0			0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
agosto	0.0			0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
settembre	0.0			0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
ottobre	228.5			282.2	94.1		94.1	0.0	183.4	232.3	415.7	0.55	55.9
novembre	1560.9			1927.0	642.3		642.3	0.0	1252.5	1586.6	2839.1	0.55	55.9
dicembre	2670.9			3297.4	1448.0		937.5	0.0	2364.1	2315.6	4679.7	0.57	49.5
ANNUALE	8840.2			10913.8	4467.5		3253.5	0.0	7619.0	8036.2	15655.2	0.56	51.3

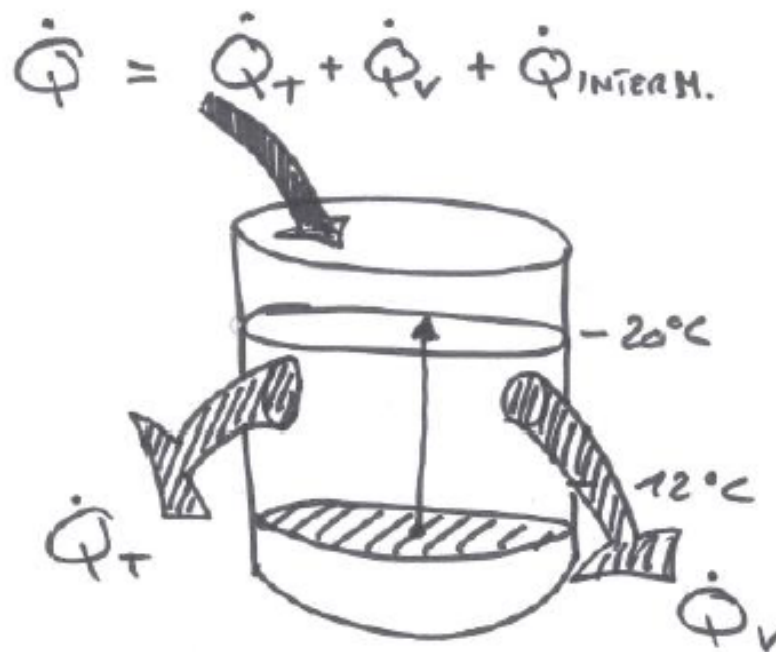
19%

## CENNI AL MODELLO DI PROGETTO DEI CARICHI UNI EN 12831

La valutazione dei carichi per la progettazione dell'impianto e dei carichi per la valutazione del comportamento medio della zona termica è differente poiché i due scopi sono differenti: nel primo caso in accordo con UN EN 12831 si valuta la condizione di carico di picco prudenziale, nel secondo il fabbisogno medio derivante da condizioni ambientali e di utilizzo medie mensili. Queste differenze riguardano la valutazione di:

- perdite per trasmissione
- perdite di ventilazione
- energia di caricamento

Nella norma sono descritti due metodi: standard (utilizzo flessibile) e semplificato (utilizzo legato ai casi per i quali è previsto).  
Il metodo è semi-stazionario.



## ESEMPIO DI RISULTATO DI CARICHI H

Zona	Carico per trasmissione	Carico per ventilazione	Carico per riscaldamento intermittente	Apporti	Carico termico nominale	Superficie riscaldante	Potenza termica specifica di progetto
					$Q_{N,I}$	$A_F$	$q_{des}$
	W	W	W	W	W	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
BAGNO	430	133	0	0	563	10,8	52
CAMERA 1	666	266	0	0	932	15,5	60
CAMERA 2	792	290	0	0	1082	18,4	59
CORRIDOIO	207	74	0	0	281	6,0	47
CUCINA	744	213	0	0	957	17,3	55
<b>SOGGIORNO</b>	<b>878</b>	<b>268</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1146</b>	<b>18,3</b>	<b>63</b>

*Tabella di determinazione della potenza termica specifica massima  $q_{max}$*

---

# **Modalità di calcolo stazionarie e dinamiche**

## **UNI EN ISO 52016**

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

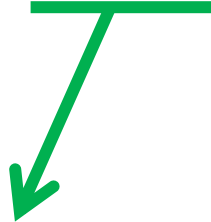
# UNI EN ISO 52016-1

## Metodo di calcolo

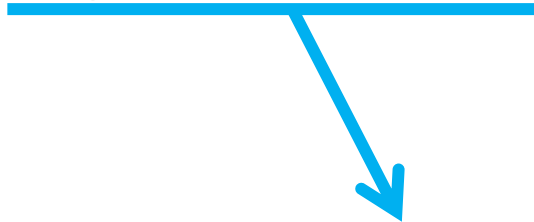
~~Calcolo stagionale in regime semi-stazionario~~

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

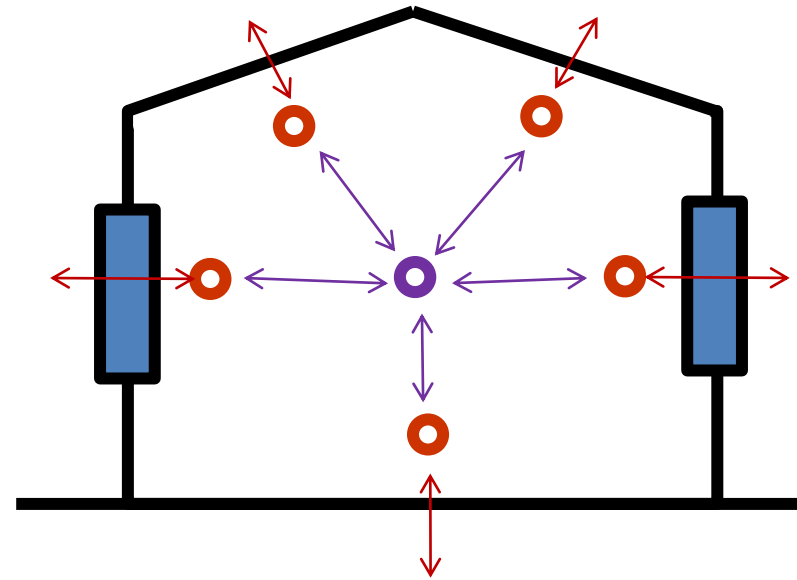


Output

- 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)

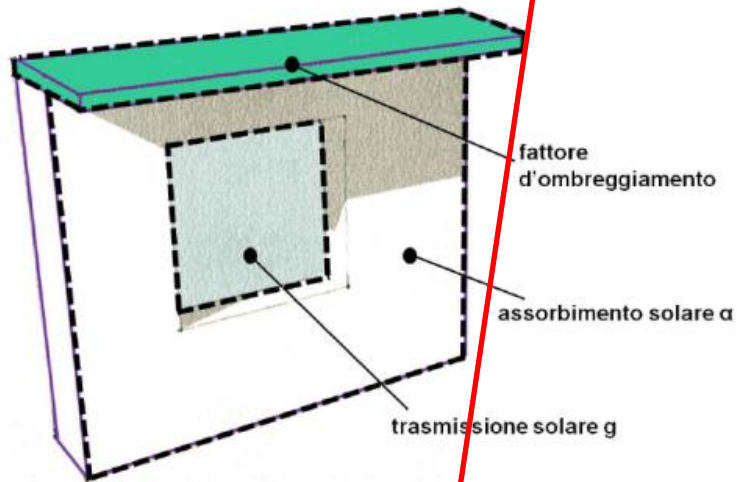
Incognita: fabbisogno  $Q_{H,nd}$  o  $Q_{C,nd}$   
Incognita: temperatura operante



# INPUT: STRUTTURE TRASPARENTI

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 oggetti 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
  - Giunzioni
  - Chiusure oscuranti
  - Schemature mobili
  - Ombreggiamenti
  - Risultati e verifiche
  - Relazione
- Relazione progetto

Orientamento del serramento

0 gradi

Aggetto orizzontale     Aggetto verticale destro (guardando da dentro a fuori)  
 Aggetto verticale sinistro (guardando da dentro a fuori)     Ostruzioni esterne

Dovh 0.3 m    Lovh 0 m  
 Dfin,j 0.3 m    Lfin,j 0 m  
 Hobst 2 m    H0 0 m  
 Lobst 10 m

Valori medi mensili

	Giorno	Declinazior	f_sh	f_ovh	f_fin	f_obst
▶ 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

Esposizione

Marzo 2

Alba 6:48

Tramonto 17:51

fsh medio giornaliero 0,72

Posizione del sole

Ora 10

Altezza del sole 29,9

Azimet rispetto sud -40,8

Valutazione dell'ombra sul vano del serramento

Aggetti e ostruzioni

# 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

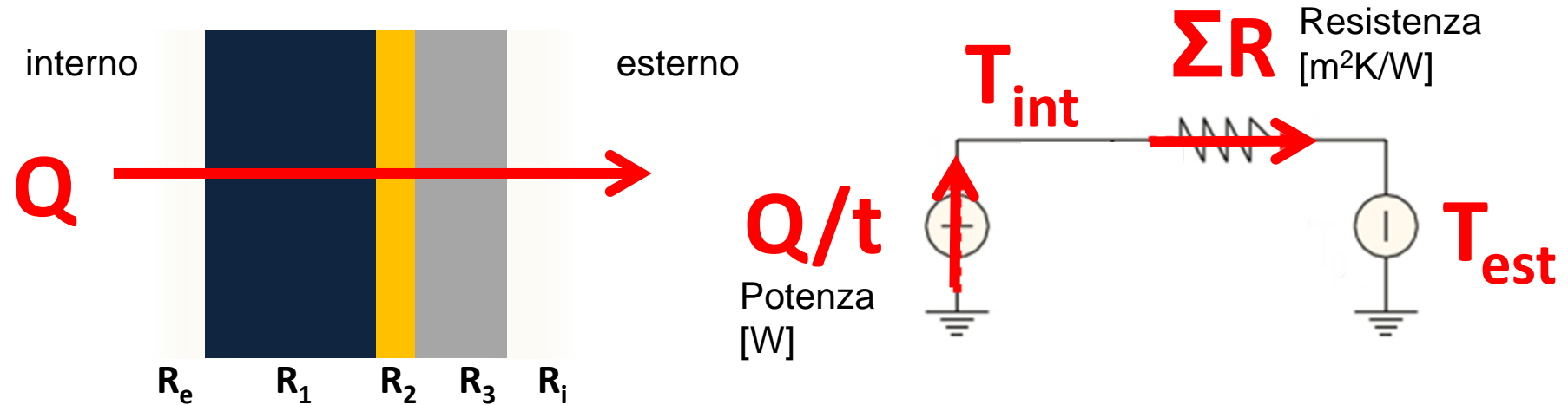
Variazione della trasmittanza termica in relazione alla temperatura dell'aria e dei coefficienti liminari in relazione all'irraggiamento solare.

```

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
Spacer : 5 Class5
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
2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
5 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
Tir 0.000 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Emis F 0.840 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Emis B 0.840 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Thickness(mm) 4.0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
cond(w/m2-C) 225.0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Spectral File None None None None None None
Overall and Center of Glass Ig U-values (w/m2-C)
outdoor Temperature -17.8 C 15.6 C 26.7 C 37.8 C
Solar wdspd hcout hrout hin
(w/m2) (m/s) (w/m2-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



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

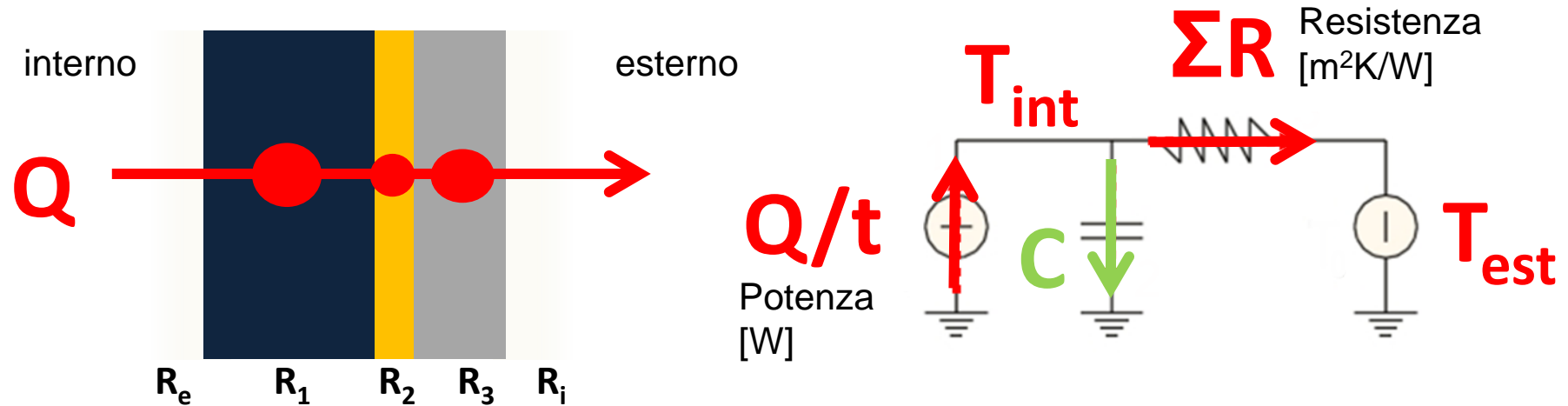
$$Q/t = (A/\Sigma R) \cdot (\Delta T)$$

↓  
Potenza  
[W]

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

# INPUT: STRUTTURE OPACHE – BILANCIO PIÙ COMPLESSO

In regime dinamico



Effetto d'accumulo

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

Potenza [W]

Resistenze termiche [ $m^2K/W$ ]

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

$R_t$   $m^2K/W$

$\lambda$   $W/mK$

$s$   $m$

$c$   $J/kgK$

$\rho$   $kg/m^3$

$\alpha$   $m^2/s$

	Tipo	Descrizione	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Conduttività [W/m K]	Calore specifico [J/kg K]	Fattore resistenza vapore	Massa superficiale [kg/m²]	Resistenza [m²K/W]	Resistenza invernale [m²K/W]	Resistenza estiva [m²K/W]	Spessore equivalente [m]	Diffusività [m²/Me]
		Superficie esterna							0,040	0,074			
1	MUR	Laterizi pieni sp.42 cm.nf.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	Cartongesso	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

Esterno

Resistenza superficiale esterna

0,04 m²K/W

	Risultati
Spessore [m]	0,613
Massa superficiale [kg/m²]	924,25
Massa superficiale esclusa 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

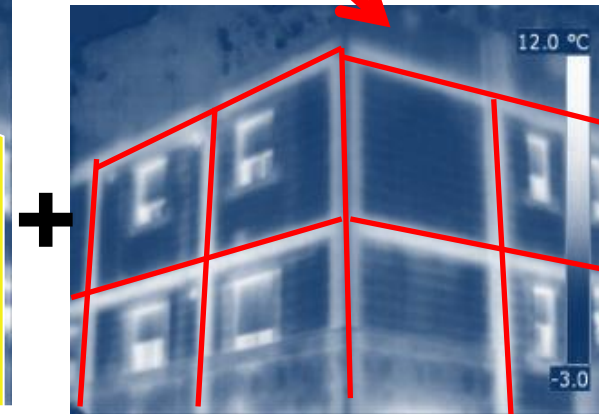
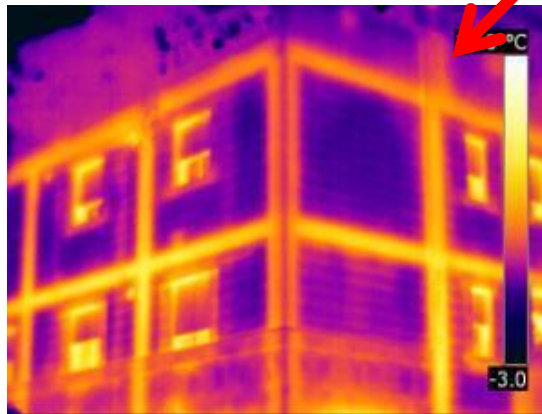


# PONTI TERMICI?

**Sono necessari nuovi parametri per caratterizzare i ponti termici?**

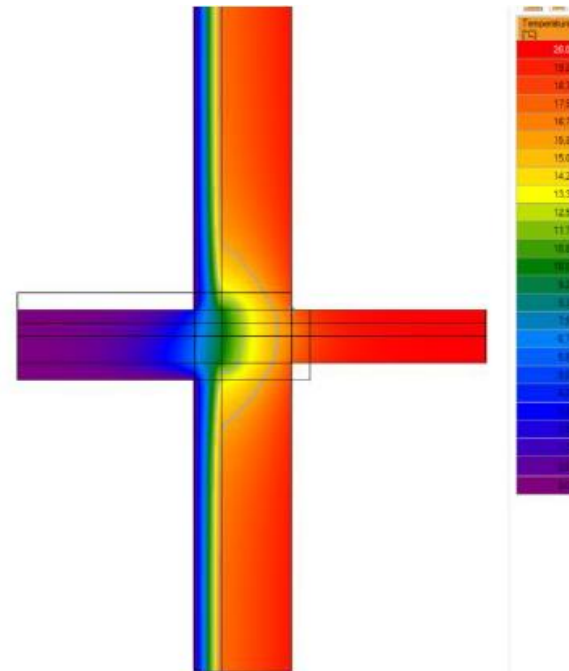
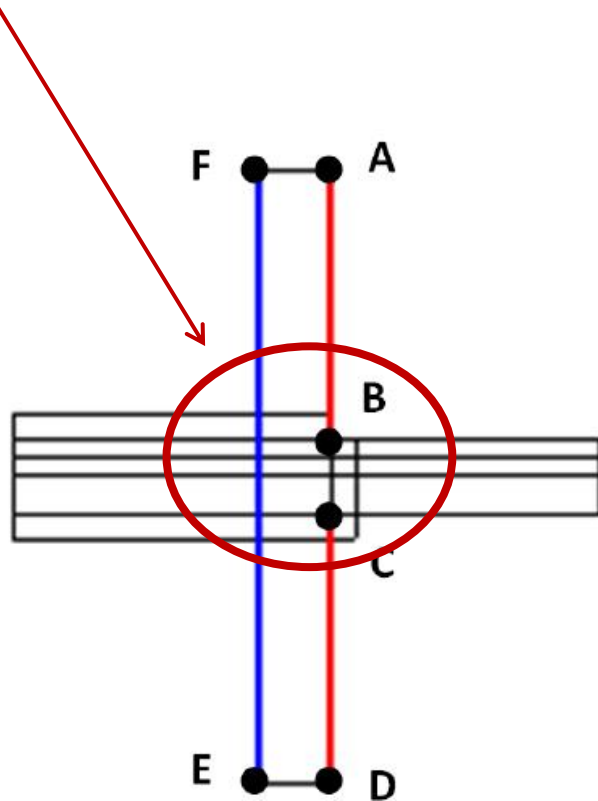
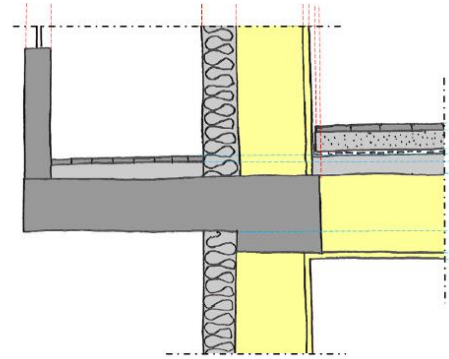


$$H_D = \underbrace{\sum_{i=1}^n A_i \cdot U_i}_{\text{Building envelope}} + \underbrace{\sum_{k=1}^p \psi_k \cdot l_k}_{\text{Thermal bridges}}$$



# PONTI TERMICI?

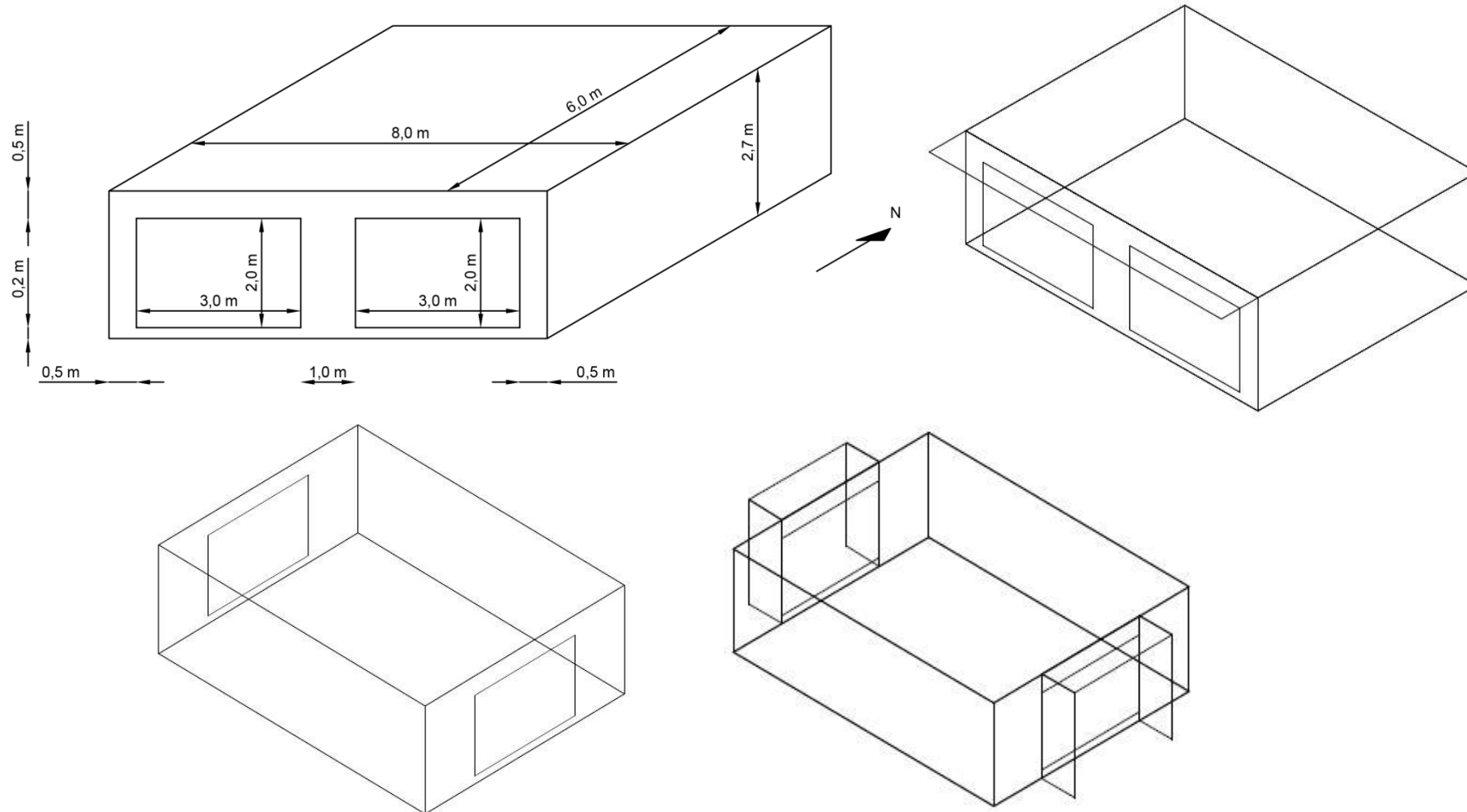
Capacità termica della parte strutturale annegata nel ponte termico?





# CALCOLO ORARIO IN REGIME DINAMICO

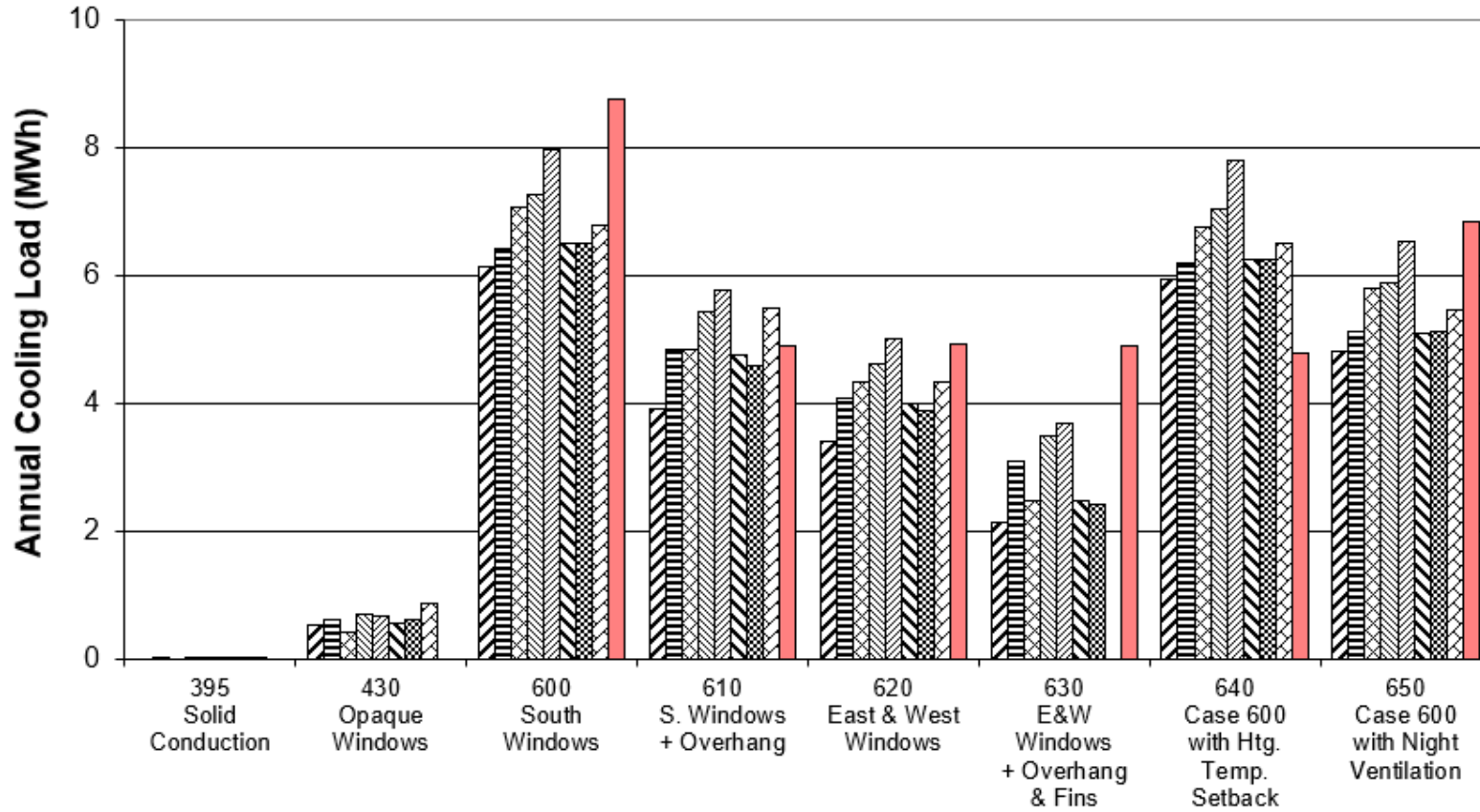
UNI EN ISO 52016 – Casi svolti per test di simulazione



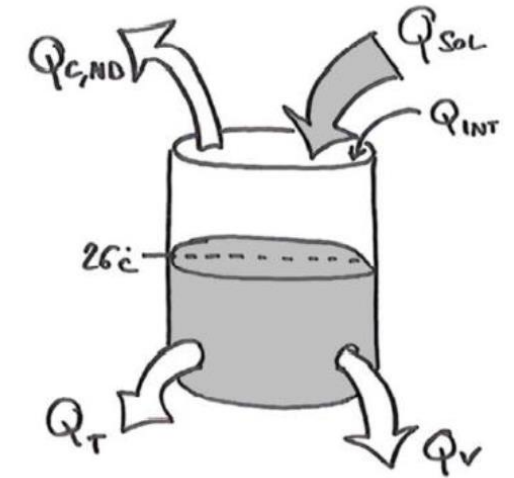
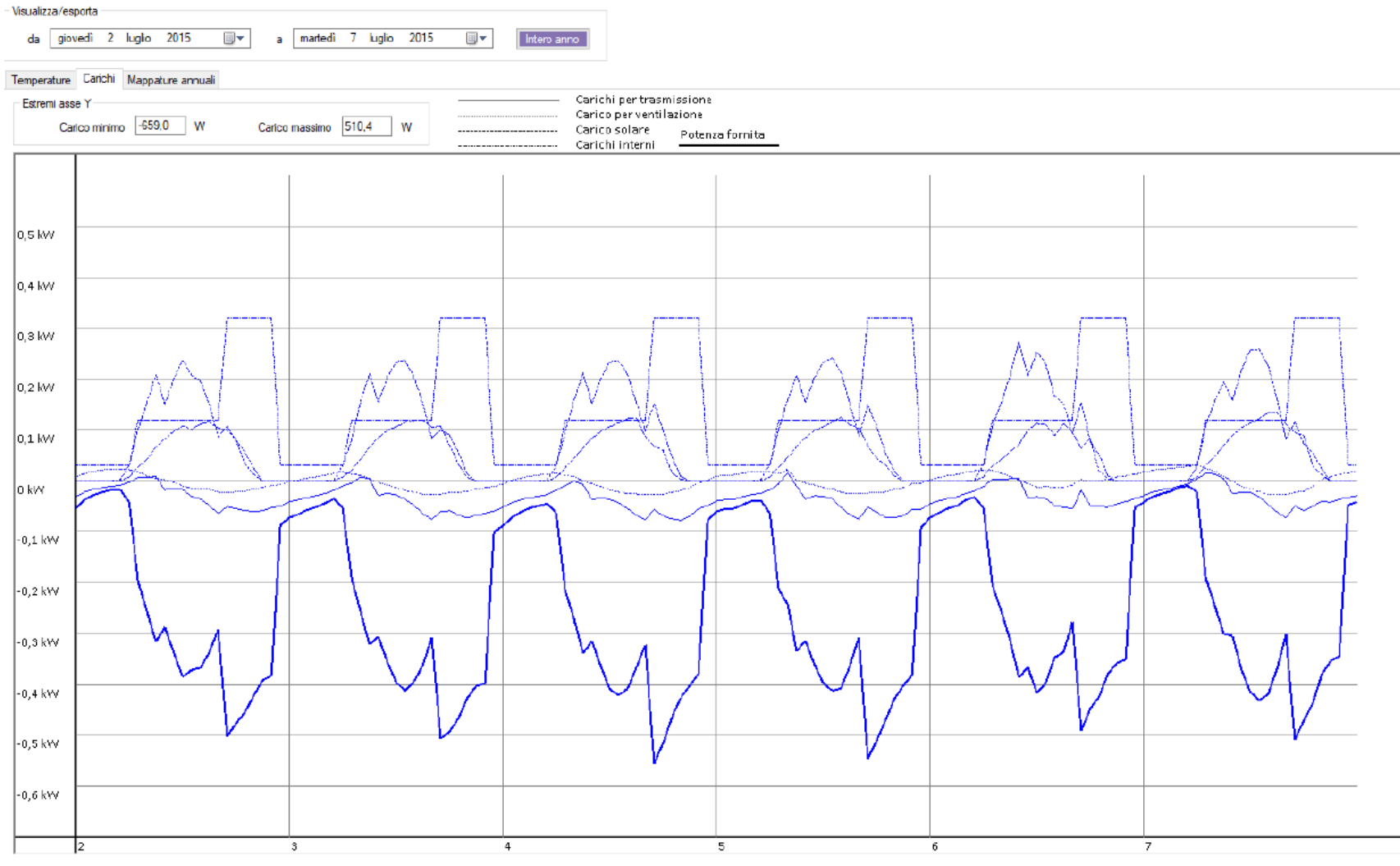
# ESEMPIO DI CONFRONTO RISULTATI

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 DINAMICI ORARI



Esempio di andamento dei carichi nei giorni più caldi -camera 1 a sud

---

# **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

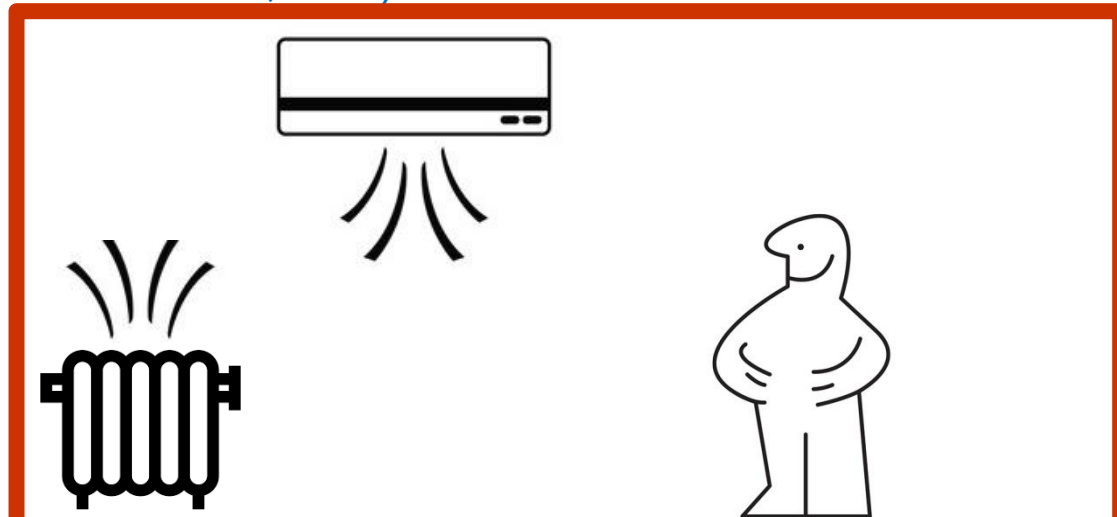
## UNI EN ISO 7730:2006

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



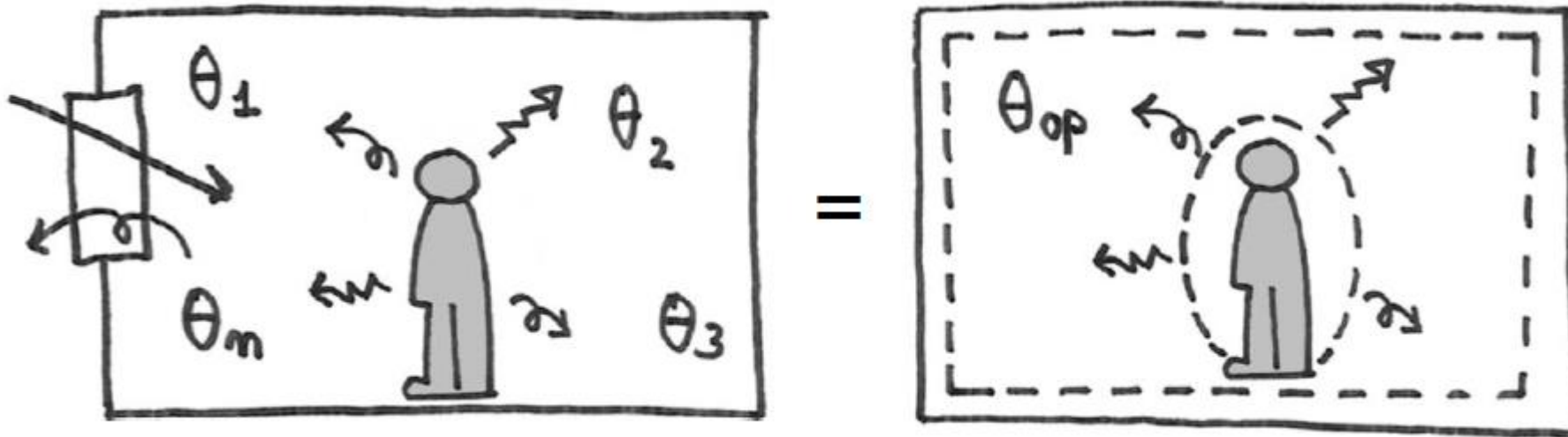
La sensazione di comfort provato in un ambiente è legata:

- 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];

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

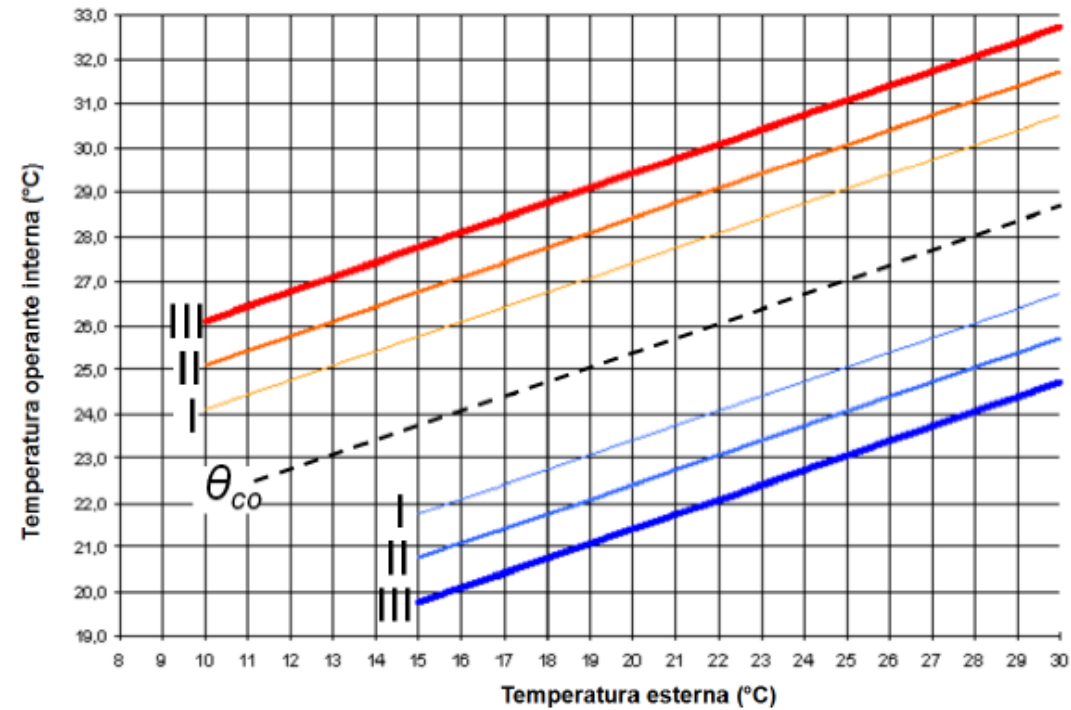
temperatura dell'aria interna all'ora t [°C];

temperatura media radiante all'ora t [°C].

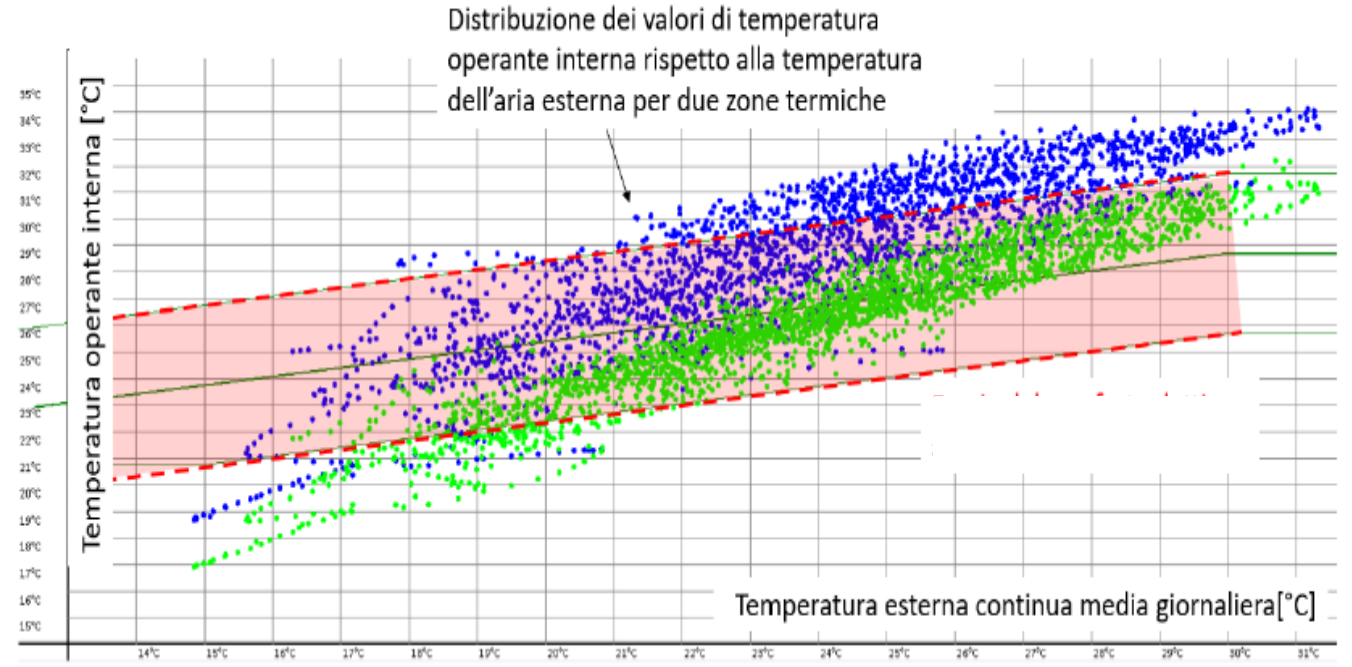


Il calcolo di queste grandezze si esegue in regime dinamico, con passo orario e in assenza di impianti.

# IL COMFORT ADATTIVO

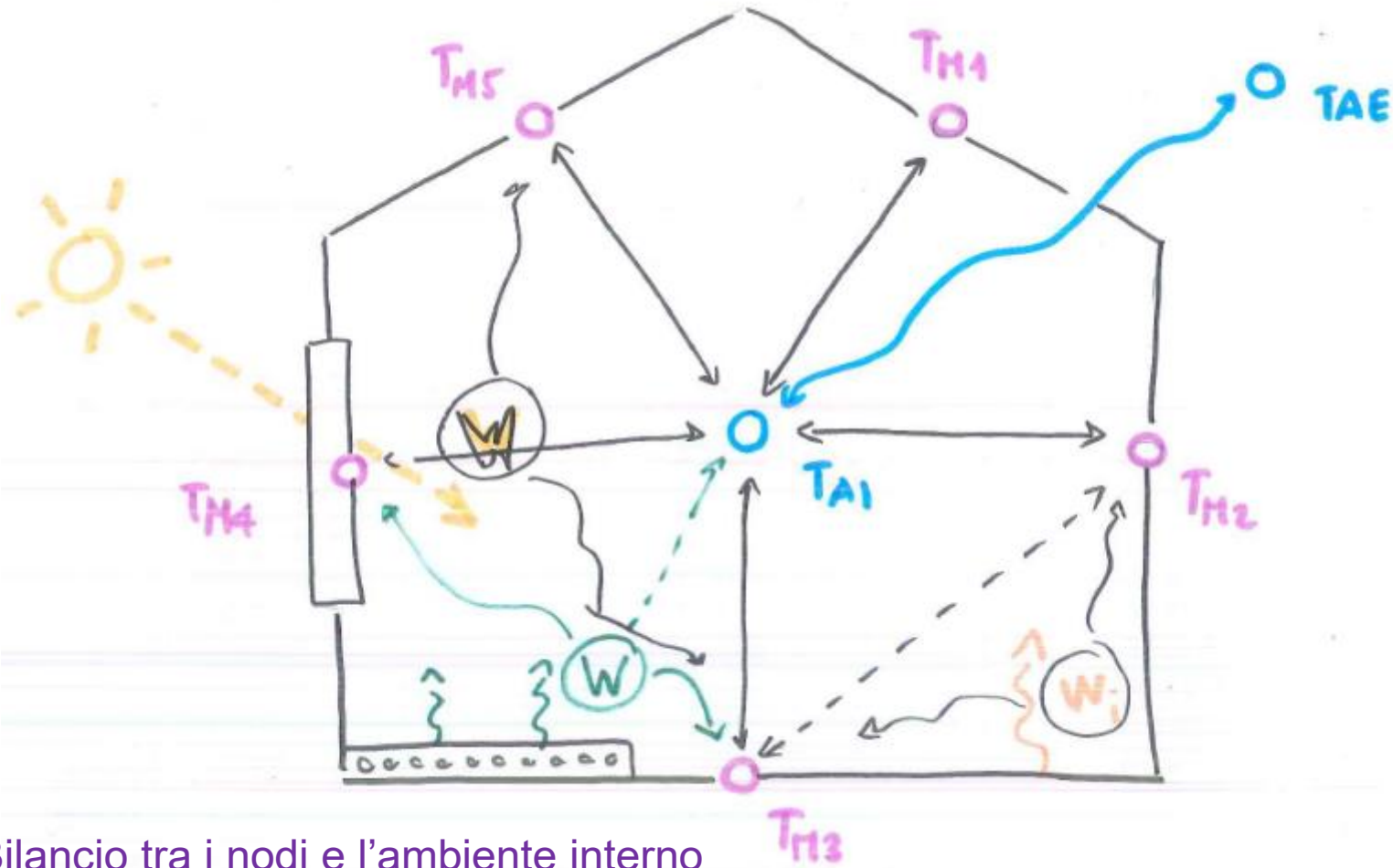


Analisi del comfort adattivo – maggio/agosto



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

# CONTRIBUTI IN REGIME DINAMICO



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



ASSOCIAZIONE NAZIONALE  
PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO

**[WWW.ANIT.IT](http://WWW.ANIT.IT)**

**Grazie per l'attenzione**