

9.00 – 9.45 **Fisica tecnica del tetto 1**
Prestazione invernale ed estiva

30 min Pausa

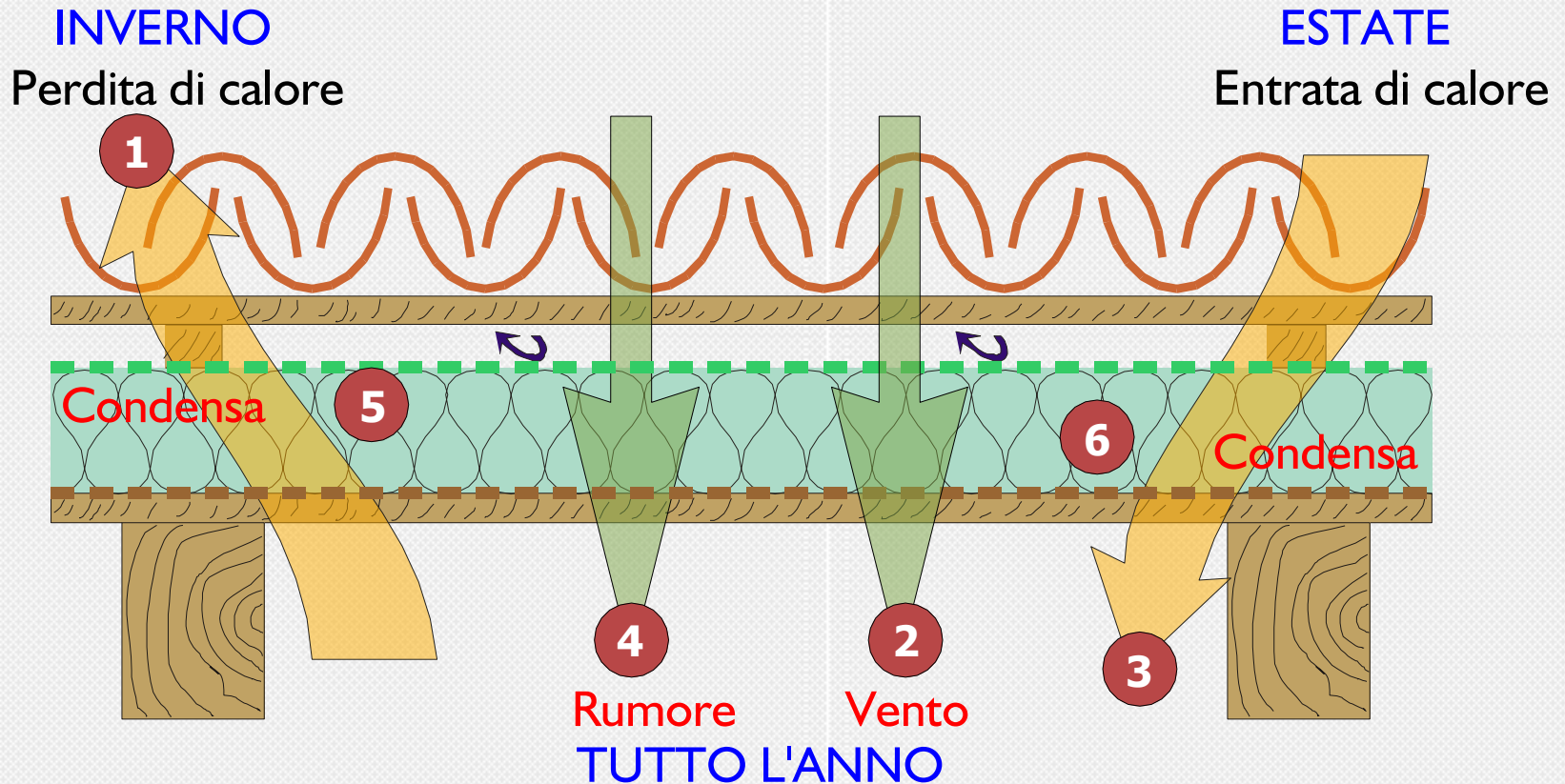
10.15 – 10.45 Fisica tecnica del tetto 2
Diffusione al vapore e tenuta all'aria

10 min Discussione

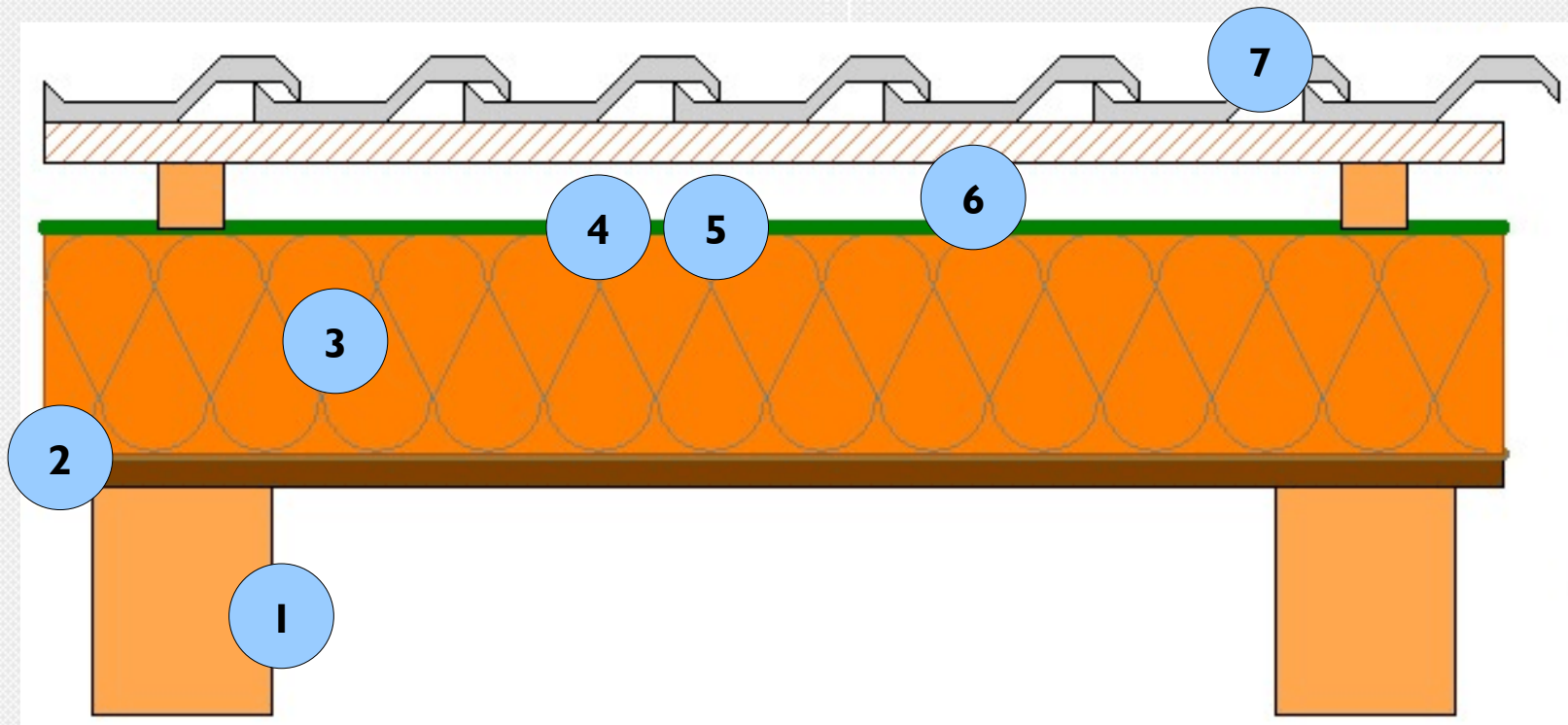
....

14.30 – 15.15 Pacchetti e applicazioni della fisica tecnica





1. Struttura portante (orditura in legno, X-Lam, ...)
2. **Tenuta all'aria** | elemento freno al vapore
3. Coibentazione contro freddo, caldo e rumore
4. **Tenuta al vento** | elemento traspirante
5. Secondo strato impermeabilizzante (sicurezza + allarme)
6. Ventilazione per asciugare la coibentazione, l'orditura e la copertura e per ridurre il passaggio di calore
7. Copertura (tegole, pietre, legno, lamiera, ...) primo strato impermeabilizzante



1. Struttura
2. Tenuta all'aria
3. Coibentazione
4. Tenuta al vento

5. 2° strato impermeabilizzante
6. Ventilazione
7. Copertura 1° strato imperm.

Aspetto	Prestazione invernale
Rappresentato da	Trasmittanza U
Unità	W/m ² K
Norma	UNI EN ISO 6946
Tipo	Calcolo

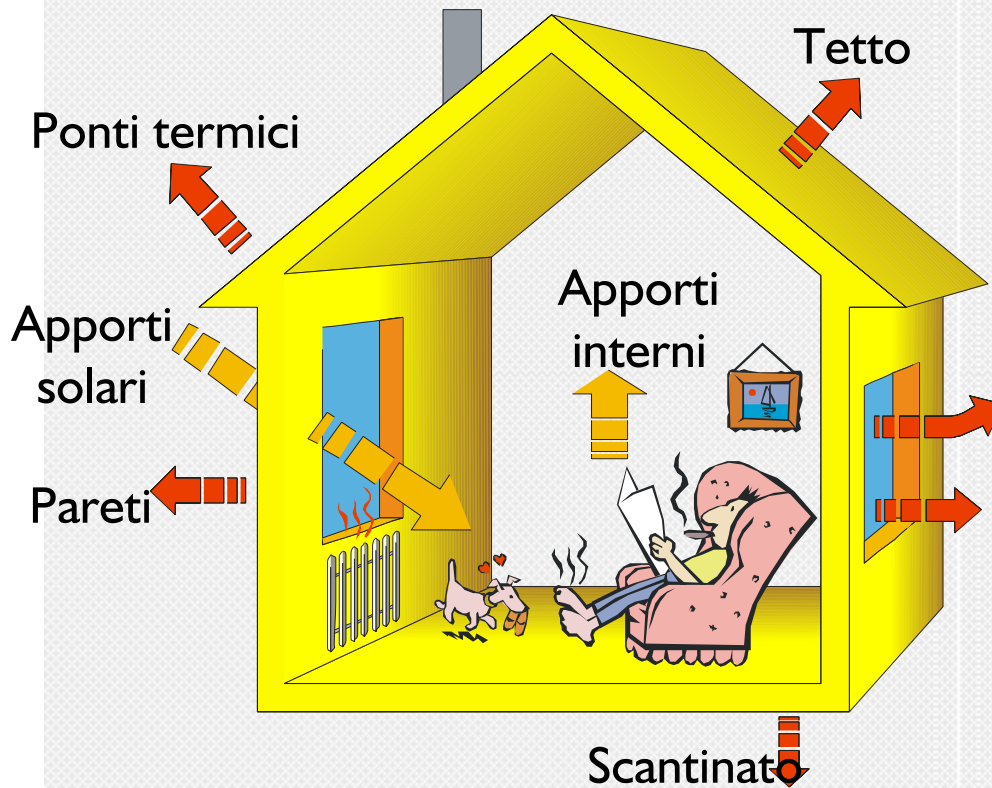
Aspetto	Prestazione estiva
Rappresentato da	U dinamico
Unità	W/m ² K
Norma	UNI EN ISO 13786
Tipo	Calcolo

Aspetto	Condense interstiziali
Rappresentato da	Assenza di condense dannose
Unità	g/m ² accumulati
Norma	UNI EN ISO 13788
Tipo	Calcolo

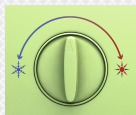
Aspetto	Prestazione acustica
Rappresentato da	Abbattimento acustica $D_{Is,2m,nT,w}$
Unità	dB
Norma	DPCM 97 / ISO 140-5 & ISO 717-1
Tipo	Test in cantiere

Aspetto	Permeabilità all'aria
Rappresentato da	Ricambio d'aria forzato a 50 Pa n50
Unità	n h-1
Norma	UNI EN 13829
Tipo	Test in cantiere

Aspetto	Prestazione invernale
Rappresentato da	Trasmittanza U
Unità	W/m ² K
Norma	UNI EN ISO 6946
Tipo	Calcolo



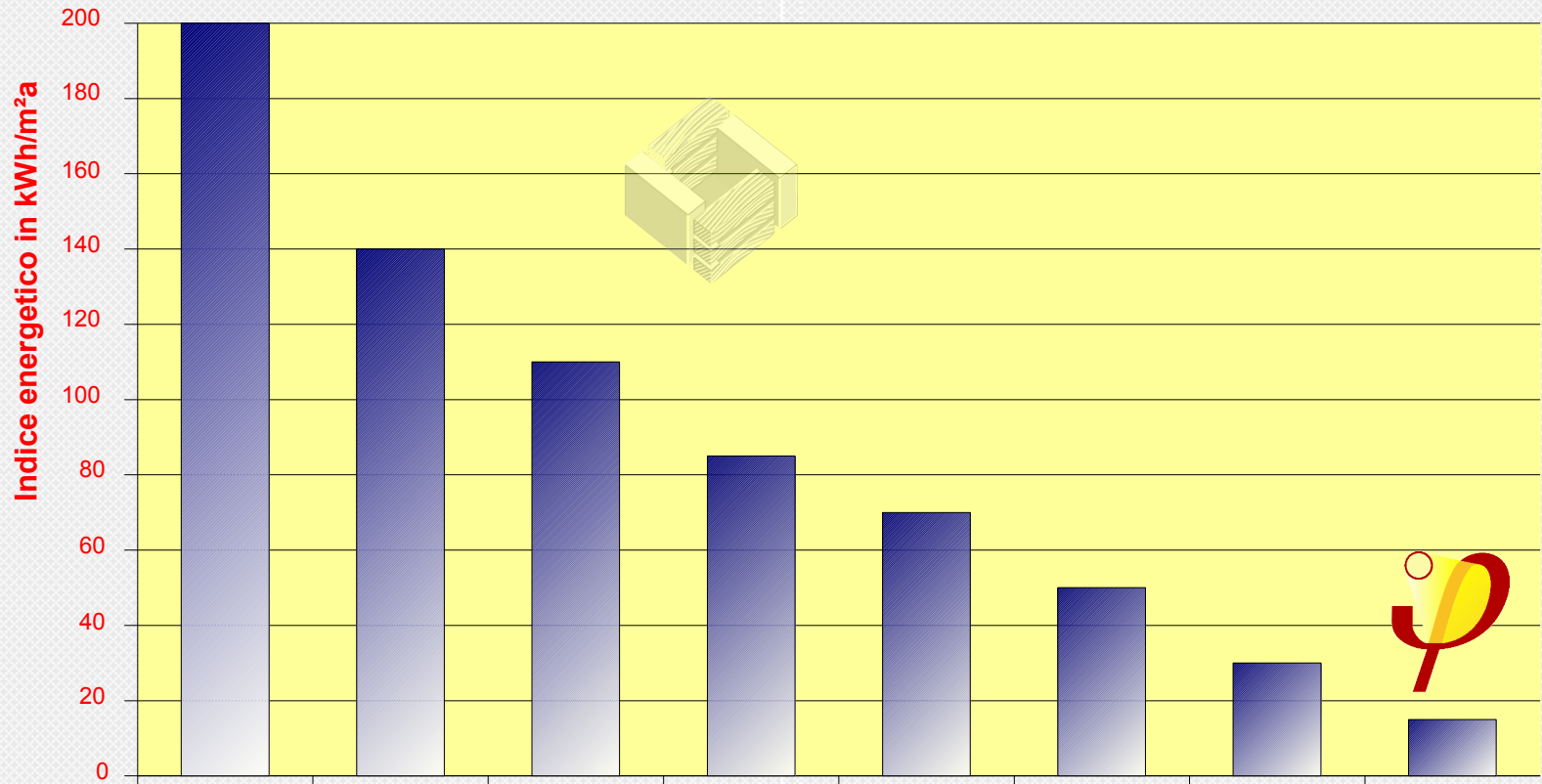
IE involucro:
Somma dei flussi energetici
diviso
superficie o volume



INVERNO: somma negativa = perdita
ESTATE: somma positiva = apporto

Prestazione invernale

promo_legno

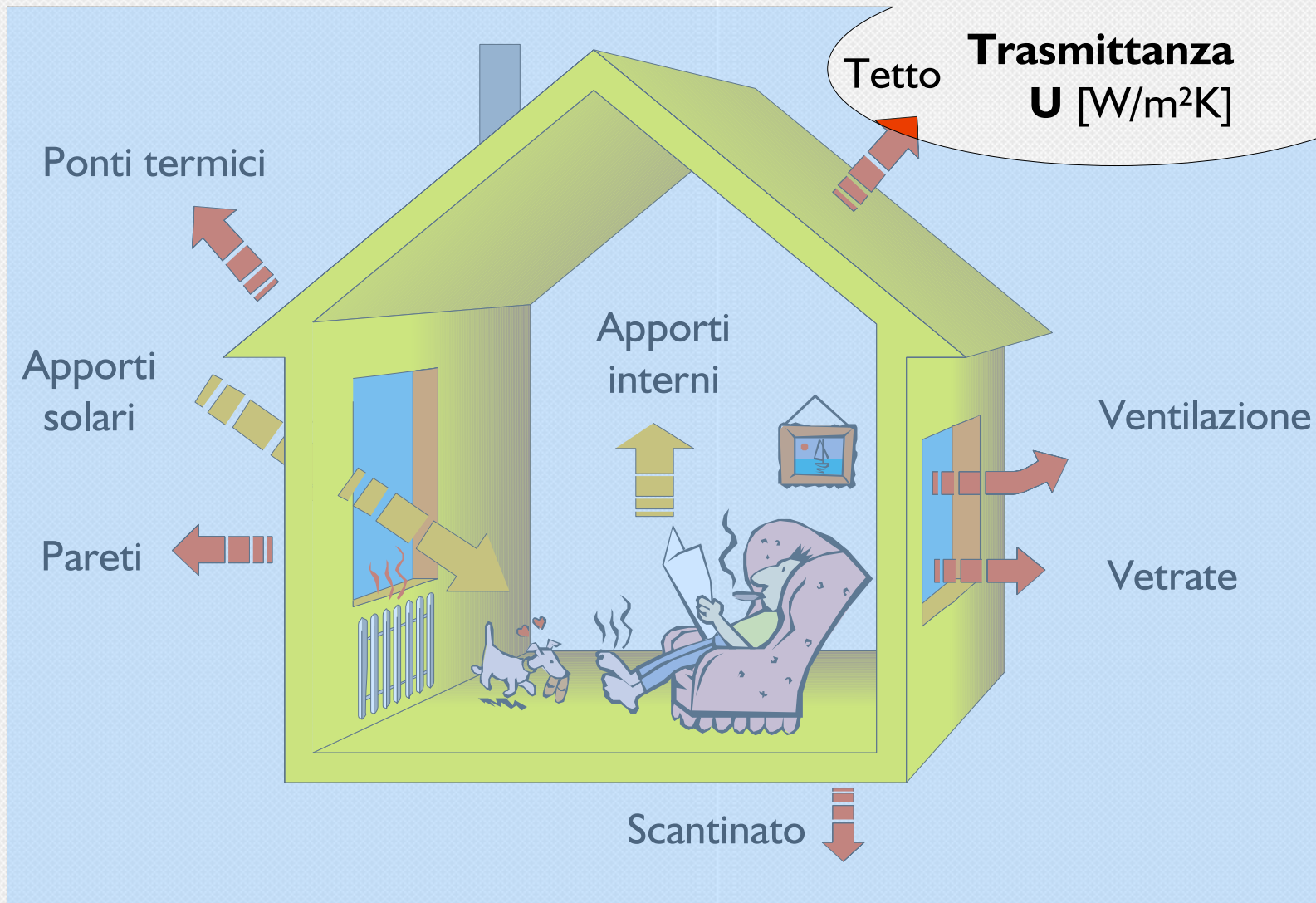


IE _{Calore}	>160	160	120	90	70	50	30	15
	Classe G	Classe F	Classe E	Classe D	Classe C	Classe B	Classe A	Casa passiva

Energia persa dell'involucro (invernale + estivo) senza perdita degli impianti e fabbisogno energetico per acqua calda sanitaria

Prestazione invernale

promo_legno



Prestazione invernale: U

Calcolo Ustat: UNI 6946

Tetto Promolegno

Resistenza superficiale interna Rsi **0,10**

Ascendente

Resistenza superficiale esterna Rse **0,10**

Ventilato ascendente

nr	Stratigrafia 1 dall'interno verso l'esterno	λ [W/mK]	Stratigrafia 2	λ [W/mK]	s [cm]	D [m ² K/W]
1	Tavolato	0,130			2,0	0,154
2	Freno al vapore sd = 2,0 m					
3	Fibra di legno, densità 150 kg/m ³	0,040			8,0	2,000
4	Telo traspirante sd = 0,05 m					
5	Ventilazione				4,0	
6	Listello portategola				3,0	
7	Tegola				2,0	
8						
9						
			Percentuale superficie stratigrafia 2		19,0	0,200

Somma

Trasmittanza U [W/m²K]: **0,425**

Resistenza termica R [m²K/W]: **2,354**

errore **0%**

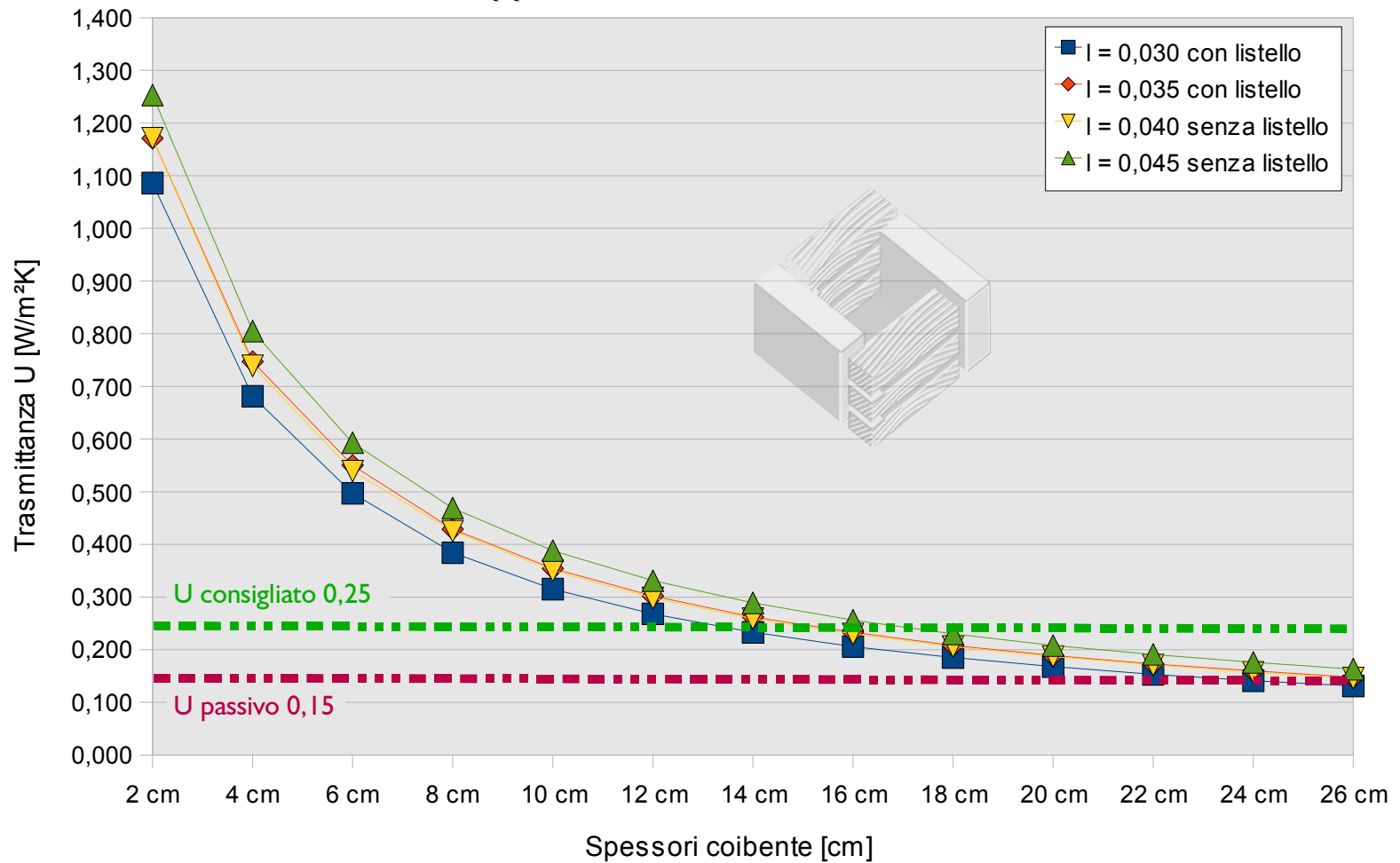
Limiti validi per: **Firenze (FI)**

Limite U finanziaria 2008 [W/m²K]: **0,32**

Limite U finanziaria 2010 [W/m²K]: **0,28**

	U	FEP	
Limite 311/06 01.01.08	0,35	0,46	W/m ² K
Limite 311/06 01.01.10	0,32	0,42	W/m ² K

Sviluppo valore U con cm coibente



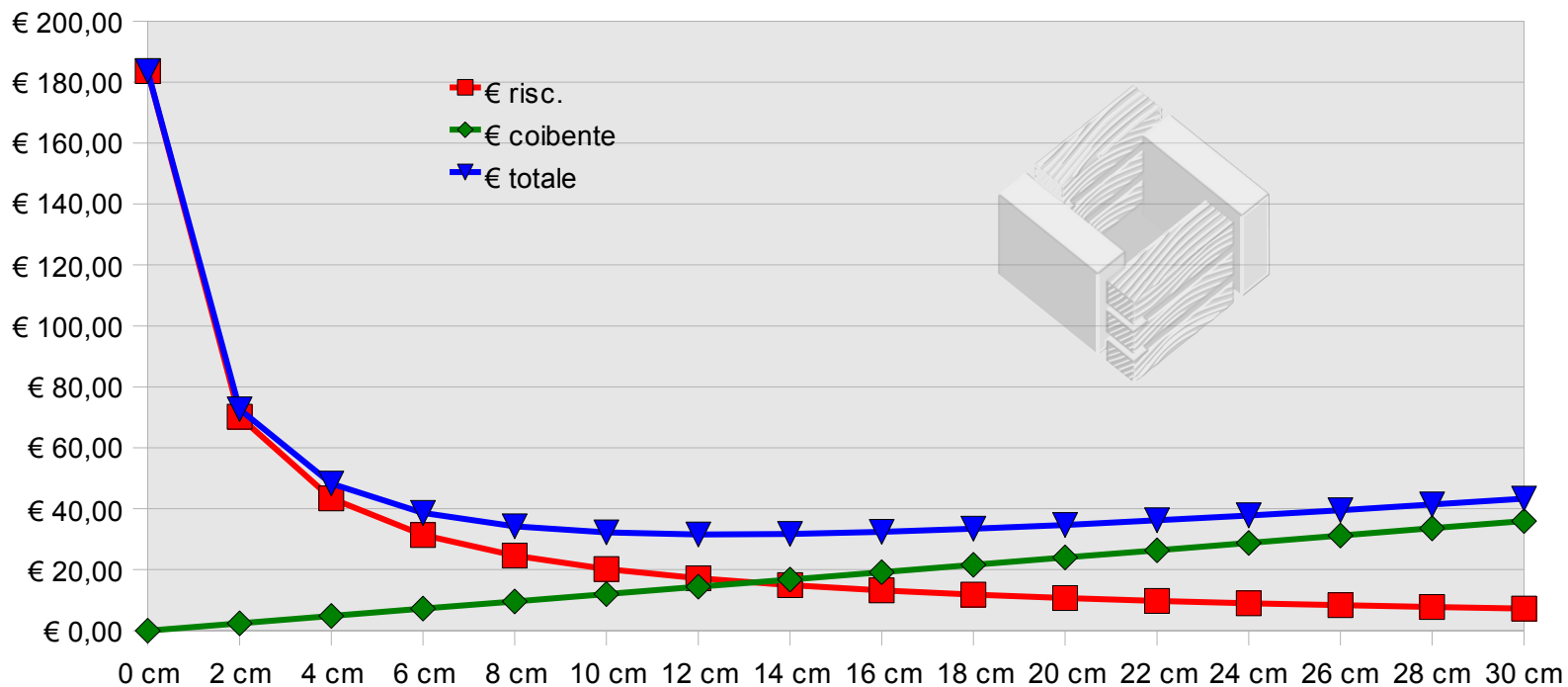
Prestazione invernale: Scelta spessore conveniente

promo_legno

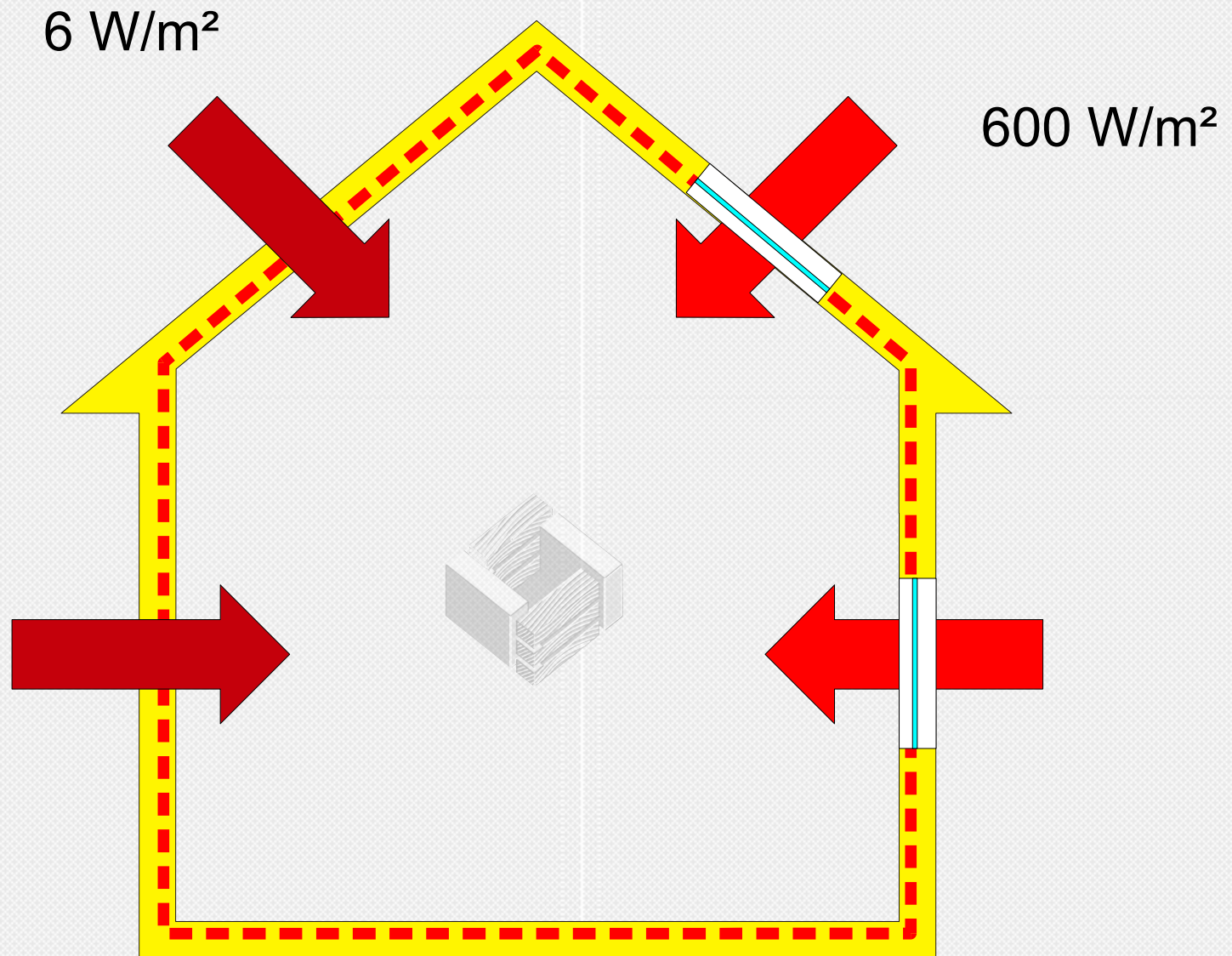
Esempio clima Roma

Spessore	0 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
€ risc.	€ 183,62	€ 36,45	€ 20,24	€ 14,00	€ 10,71	€ 8,67	€ 7,28
€ coibente	€ 0,00	€ 6,00	€ 12,00	€ 18,00	€ 24,00	€ 30,00	€ 36,00
€ totale	€ 183,62	€ 42,45	€ 32,24	€ 32,00	€ 34,71	€ 38,67	€ 43,28

Bilancio economico coibentazione tetto



Aspetto	Prestazione estiva
Rappresentato da	U dinamico
Unità	W/m ² K
Norma	UNI EN ISO 13786
Tipo	Calcolo



Allegato I; art. 9:

1-2-2007

Supplemento ordinario alla GAZZETTA UFFICIALE

Serie generale - n. 26

nuova costruzione e nel caso di ristrutturazioni di edifici esistenti di cui all'articolo 3, comma 2, lettere a), b) e c), punto I, quest'ultimo limitatamente alle ristrutturazioni totali:

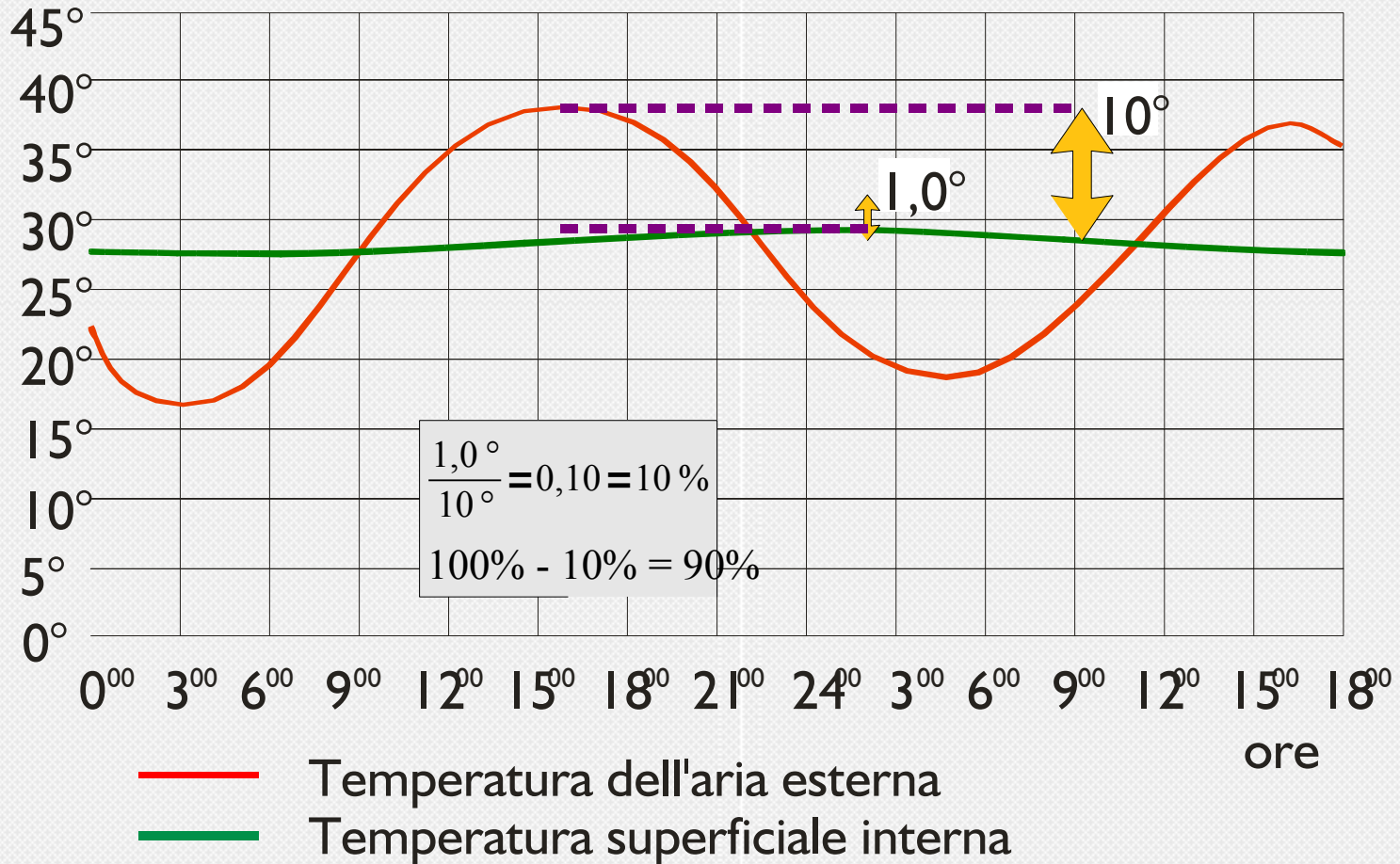
- a) valuta puntualmente e documenta l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare;
- b) verifica, in tutte le zone climatiche ad esclusione della F, per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva, $I_{m,s}$, sia maggiore o uguale a 290 W/m^2 , che il valore della massa superficiale M_s delle pareti opache verticali, orizzontali o inclinate sia superiore a 230 kg/m^2 ;
- c) utilizza al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive degli spazi per favorire la ventilazione naturale dell'edificio; nel caso che il ricorso a tale ventilazione non sia efficace, può prevedere l'impiego di sistemi di ventilazione meccanica nel rispetto del comma 13, articolo 5, decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412.

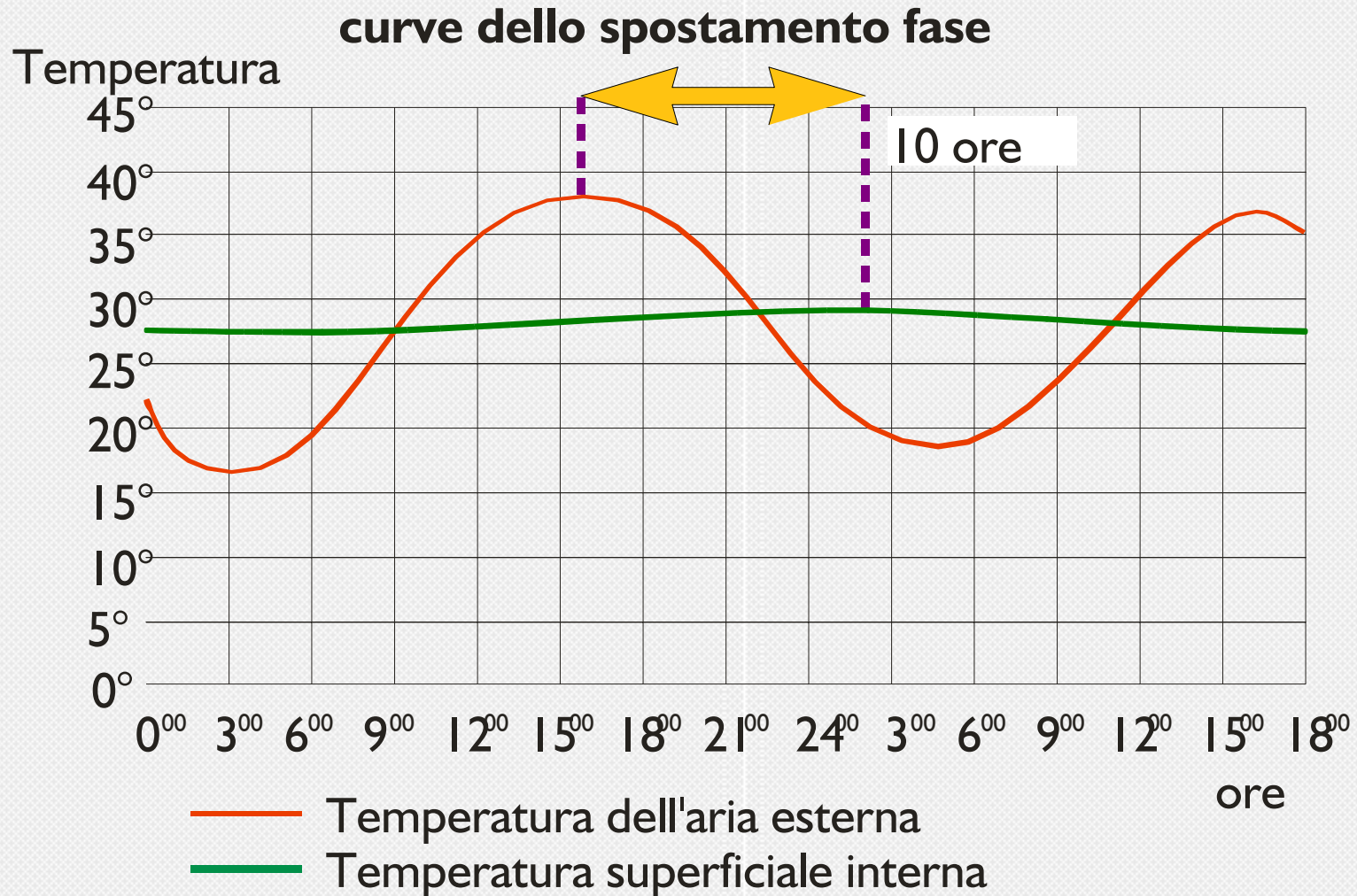
Gli effetti positivi che si ottengono con il rispetto dei valori di massa superficiale delle pareti opache previsti alla lettera b), possono essere raggiunti, in alternativa, con l'utilizzo di tecniche e materiali, anche innovativi, che permettano di contenere le oscillazioni della temperatura degli ambienti in funzione dell'andamento dell'irraggiamento solare. In tal caso deve essere prodotta una adeguata documentazione e certificazione delle tecnologie e dei materiali che ne attesti l'equivalenza con le predette disposizioni.

- Peso superficiale (min. 230 kg)
- Metodo alternativo (calcolo „Heindl“: riduzione ampiezza, spostamento fase)
- DM 26/09 per la certificazione energetica: fattore di attenuazione (U_{stat}/U_{din}) e sfasamento
- DPR 59/09 per la valutazione energetica: trasmittanza periodica dinamica

Temperatura

Curve della riduzione ampiezza





Metodo 13786: sfasamento = differenze delle oscillazioni promo legno

$$f_a = \frac{U_{din}}{U_{stat}} \quad \text{esempio: } f_a = \frac{0,034}{0,280_{finTV2010}} = 0,12$$

$$f_a = \frac{U_{din}}{U_{stat}} \quad \text{esempio: } f_a = \frac{0,034}{0,280_{finTV2010}} = 0,12$$

Dove è più freddo, è richiesto un valore più spinto!!!!

DM 26/09 certificazione energetica in alternativa al calcolo EPe EPe legno

Classe prestazionale	Prestazioni	Sfasamento S (h)	Attenuazione fa
I	Ottima	> 12	$\leq 0,15$
II	Buona	10 - ≤ 12	0,15 - $\leq 0,30$
III	Sufficiente	8 - ≤ 10	0,30 - $\leq 0,40$
IV	Mediocre	6 - ≤ 8	0,40 - $\leq 0,60$
V	Cattiva	≤ 6	> 0,6

U limite dal 2008	0,32	Ulim
U limite dal 2010	0,30	0,32

Milano

	fa	Udin
Classe III	40%	0,13
Classe II	30%	0,10
Classe I	15%	0,05

fa = U_{din}/U_{stat}

Lombardia

Tetti $\leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Pareti $\leq 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

Calcolo della prestazione estiva

Tetto Promolegno

Valore medio mensile di irradianza nel mese is massima insolazione:

Controllo necessario se $> 290 \text{ W/m}^2$

I m,s

296 W/m^2

nr	Stratigrafia 1 dall'interno verso l'esterno	nr TAV	s [cm]	ρ [kg/m ³]	Ms [kg]	λ [W/mK]	c [Wh/kgK]
1	Tavolato	2	2,0	600	12	0,130	0,620
2	Freno al vapore sd = 2,0 m						
3	Fibra di legno, densità 150 kg/m ³	1	8,0	150	12	0,040	0,580
4	Telo traspirante sd = 0,05 m						
5	Ventilazione		4,0				
6	Listello portategola		3,0				
7	Tegola		2,0				
8							
9							

Ms OK se
 $> 230 \text{ kg/m}^2$

24

NO

Somma

Sistema a matrice "Heindl"

Riduzione
ampiezza

82%

Spostamento
fase

7,6 ore

Calcolo U_{din}: UNI 13786

Trasmittanza U statica invernale:

0,425 W/m²K

Trasmittanza U dinamica estiva:

0,353 W/m²K

Fattore di attenuazione = U_{din}/U_{stat}:

0,832

Capacità termica areica interna (χ_i):

7,887 Wh/m²K

Capacità termica areica esterna (χ_e):

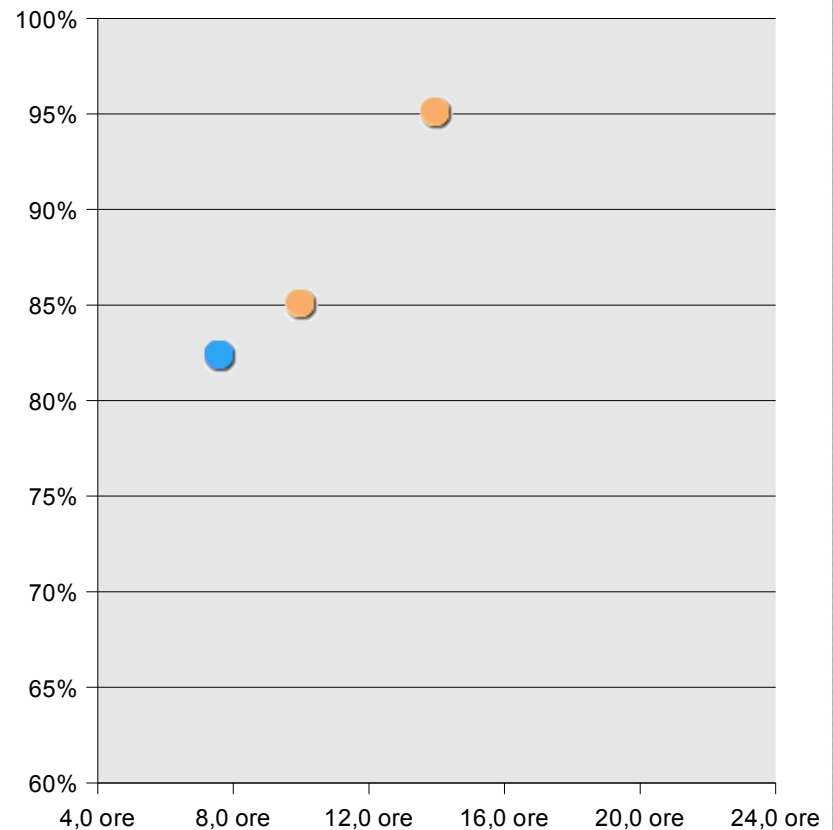
3,656 Wh/m²K

Differenza delle oscillazioni (sfasamento):

-4,1 ore

spostamento fase	10,0 ore	14,0 ore	7,6 ore
riduzione ampiezza	85%	95%	82%

Spostamento fase e riduzione ampiezza



- Effetto raffrescante della ventilazione naturale notturna (bene in montagna e vicino alla costa, male nelle valli e le conche delle città)
- Effetto materiali riflettenti (teli, guaine, coperture, colori, multistrato, ... buoni d'estate, male d'inverno)

Il relatore

promo_legno



TBZ
Centro Fisica Edile

Via Maso della Pieve 60a, I-39100 **Bolzano** (BZ)
Tel: +39 0471 251701 Fax: +39 0471 252621

Via Stafette Partigiane 16/B, I-41100 **Modena** (MO)
Tel: +39 0599 780985 Fax: +39 0599 780985

Via Ragni 1, I-70024 **Gravina in Puglia** (BA)
Tel: +39 080 9671606 Fax: +39 080 9671606

Web: www.tbz.bz Email: info@tbz.bz

CONSULENZA

CERTIFICAZIONI

CORSI