



**SEMINARIO  
BAXI  
Rimini – 13 novembre 2008**

*Prof. Costanzo Di Perna*  
Dipartimento di Energetica  
Facoltà di Ingegneria  
Università Politecnica delle Marche  
**c.diperna@univpm.it**

**UNI TS 11300-1**  
*Prestazione energetiche degli edifici*  
**APPLICAZIONI**  
*Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*

# UNI EN ISO 13790:2008

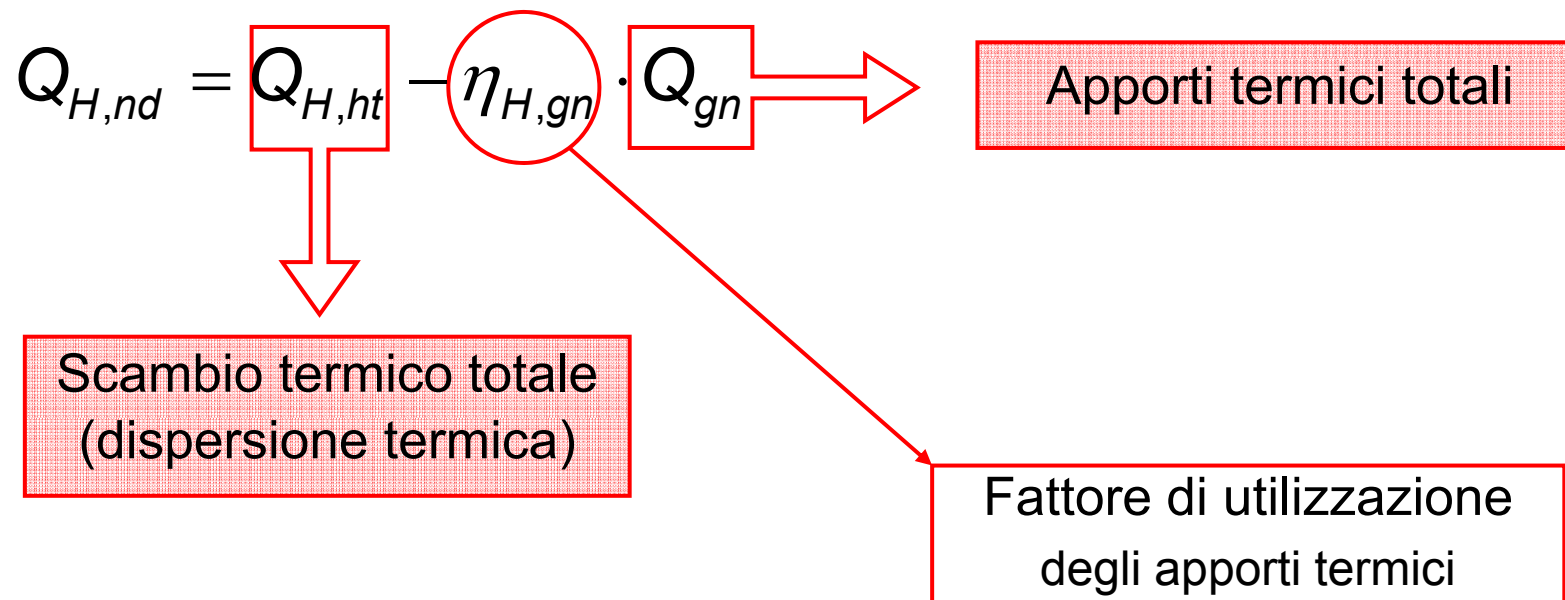
Tipo di valutazione	Dati di ingresso			Scopo della valutazione
	Uso	Clima	Edificio	
di Progetto ( <i>Design rating</i> )	Standard	Standard	Progetto	Permesso di costruire Certificazione o Qualificazione energetica del progetto
Standard ( <i>Asset rating</i> )	Standard	Standard	Reale	Certificazione o Qualificazione energetica
Adattata all'utenza ( <i>Tailored rating</i> )	In funzione dello scopo		Reale	Ottimizzazione, Validazione, Diagnosi e programmazione di interventi di riqualificazione



## FABBISOGNO DI CALORE [UNI/TS 11300-1:2008]

Fabbisogni netti di energia per ogni zona dell'edificio e  
per ogni mese

RISCALDAMENTO (H=Heating)



Fabbisogni netti di energia per ogni zona dell'edificio e  
per ogni mese

RISCALDAMENTO (H=Heating)

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,g} \cdot Q_{gn}$$
$$= (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,g} \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$$

Scambio termico totale

## Calcolo degli scambi termici

RISCALDAMENTO (H=Heating)

$$(Q_{H,tr} + Q_{H,ve})$$

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{ins,set,H} - \theta_e) \cdot t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \cdot t$$

Scambio termico per trasmissione

## Calcolo degli scambi termici

RISCALDAMENTO (H=Heating)

Scambio termico per  
trasmissione

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{ins,set,H} - \theta_e) \cdot t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \cdot t$$

Coefficiente globale di scambio termico per  
trasmissione nella zona considerata, corretto per tener  
conto della differenza di temperatura int-est

## Calcolo degli scambi termici

RISCALDAMENTO (H=Heating)

Coefficiente globale di scambio termico per **trasmissione** nella zona considerata, corretto per tener conto della differenza di temperatura int-est

$H_{tr,adj}$

Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione UNI **EN ISO 13789:2008**

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

## Calcolo degli scambi termici

Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione UNI **EN ISO 13789:2008**

RISCALDAMENTO (H=Heating)

Coefficiente globale di scambio termico per **trasmissione** nella zona considerata, corretto per tener conto della differenza di temperatura int-est

$$H_{tr,adj}$$

COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO PER TRASMISSIONE VERSO L'AMBIENTE ESTERNO

COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO PER TRASMISSIONE ATTRAVERSO GLI AMBIENTI NON CLIMATIZZATI

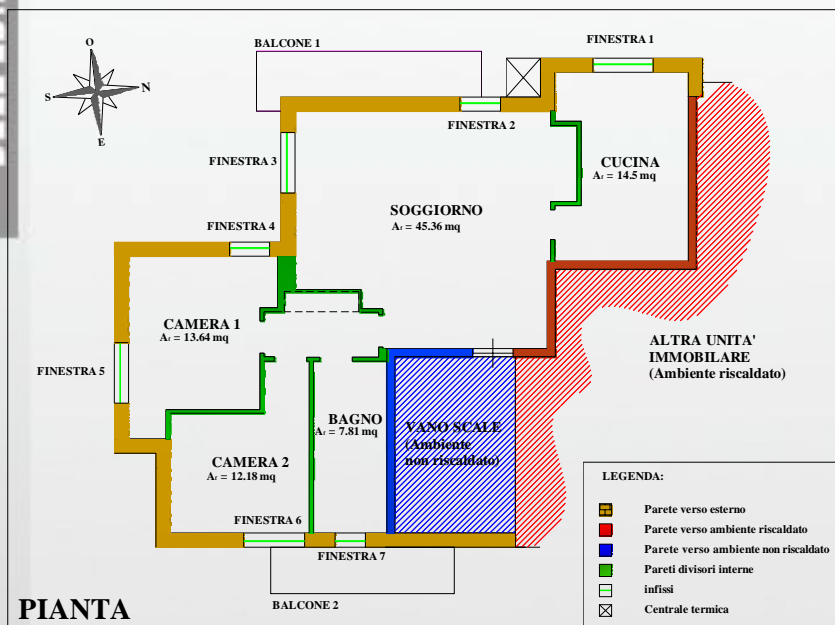
$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO STAZIONARIO PER TRASMISSIONE VERSO IL TERRENO

COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO PER TRASMISSIONE ATTRAVERSO ALTRE ZONE CLIMATIZZATE A TEMPERATURA DIVERSA



## TAILORED METHOD



PIANTA



## PRIMO PIANO

## COMUNE

ANCONA (Torrette)

## DESTINAZIONE D'USO

E.1(1)

## ANNO DI COSTRUZIONE

1970

## ALTITUDINE COMUNE

16 s.l.m.

## ZONA CLIMATICA

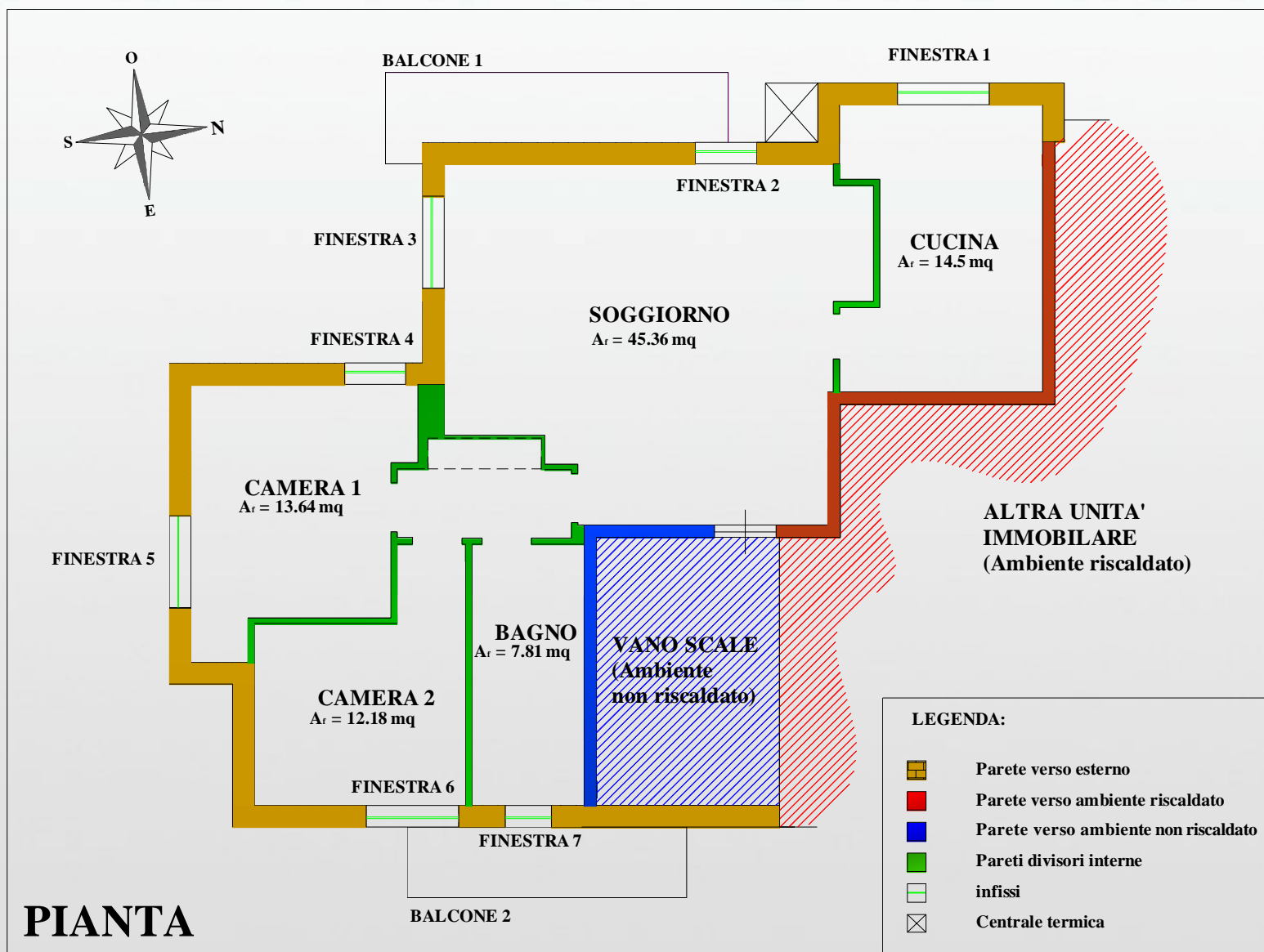
D

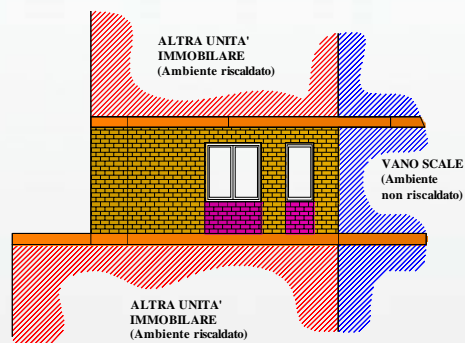
## GRADI GIORNO

1688 GG

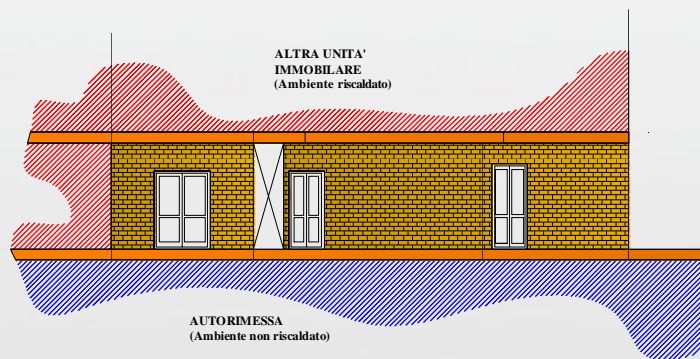
## TEMPERATURA DI PROGETTO

 $-2^{\circ}\text{C}$

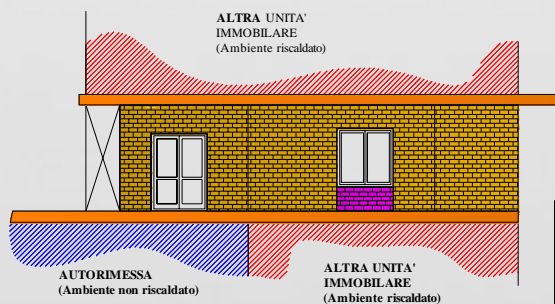




PROSPETTO EST



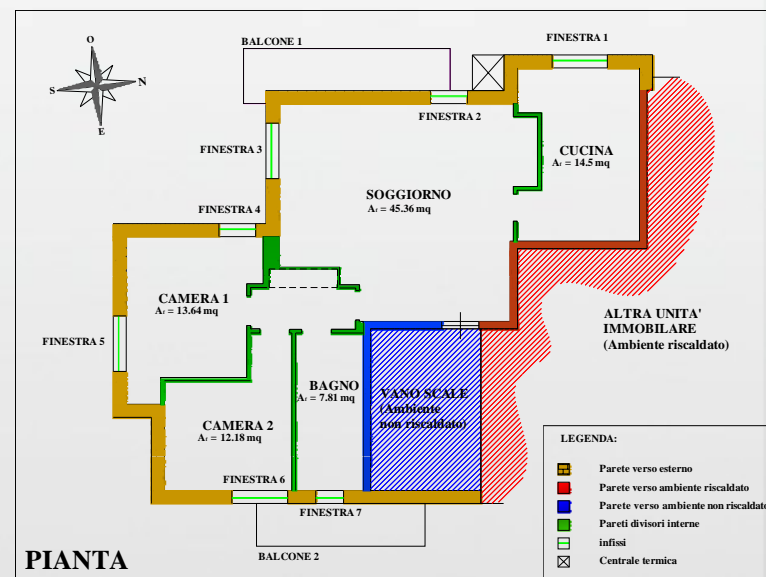
PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD

## LEGENDA:

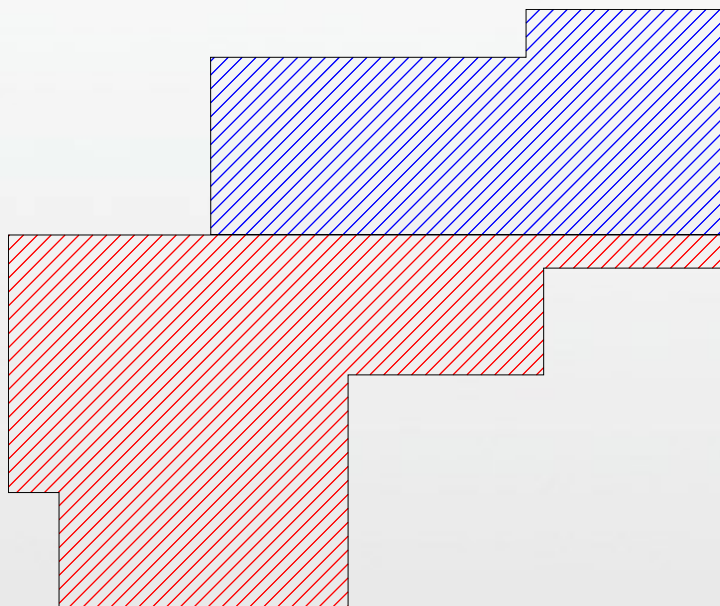
- Parete verso esterno
- Sottofinestra
- Solaio (pavimento e soffitto)
- Centrale termica



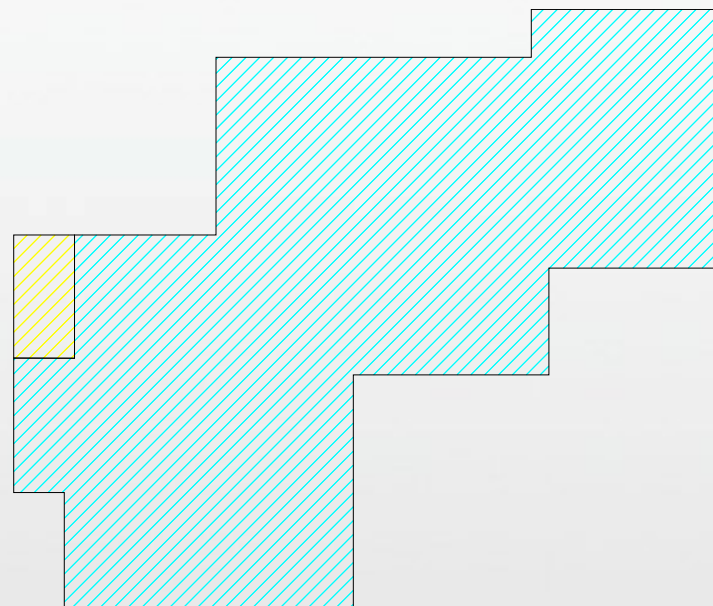
## LEGENDA:

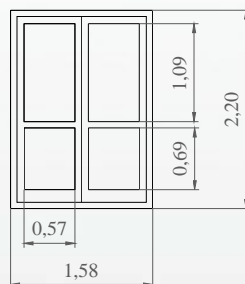
- Parete verso esterno
- Parete verso ambiente riscaldato
- Parete verso ambiente non riscaldato
- Pareti divisorie interne
- infissi
- Centrale termica

## PAVIMENTO



## SOFFITTO

**Pavimento verso autorimessa****Pavimento verso zona riscaldata****Soffitto verso esterno (terrazzo)****Soffitto verso zona riscaldata**

**FINESTRA 1 E FINESTRA 3**

**Materiale:** Alluminio + taglio termico  
**Vetro doppio 4-6-4 no basso emissivo**

**Area finestra**  $A_w = 3.47$  mq

**Area telaio**  $A_t = 1.49$  mq

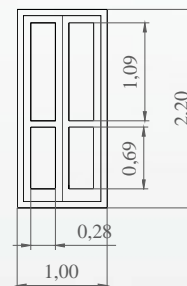
**Area vetro**  $A_g = 1.98$  mq

**Rapporto**  $A_t / A_w = 0.42$

**Spessore**  $d = 7$  cm

**Perimetro della vetrata**  $lg = 11.6$  m

**Altezza sottofinestra:** /

**FINESTRA 2**

**Materiale:** Alluminio + taglio termico  
**Vetro doppio 4-6-4 no basso emissivo**

**Area finestra**  $A_w = 2.2$  mq

**Area telaio**  $A_t = 1.26$  mq

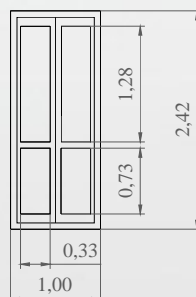
**Area vetro**  $A_g = 0.94$  mq

**Rapporto**  $A_t / A_w = 0.57$

**Spessore**  $d = 7$  cm

**Perimetro della vetrata**  $lg = 9.2$  m

**Altezza sottofinestra:** /

**FINESTRA 4**

**Materiale:** Alluminio + taglio termico  
**Vetro doppio 4-6-4 no basso emissivo**

**Area finestra**  $A_w = 2.42$  mq

**Area telaio**  $A_t = 1.1$  mq

**Area vetro**  $A_g = 1.32$  mq

**Rapporto**  $A_t / A_w = 0.45$

**Spessore**  $d = 7$  cm

**Perimetro della vetrata**  $lg = 10.66$  m

**Altezza sottofinestra:** /

**FINESTRA 5**

**Materiale:** Legno

**Vetro doppio 4-6-4 no basso emissivo**

**Area finestra**  $A_w = 2.62$  mq

**Area telaio**  $A_t = 0.9$  mq

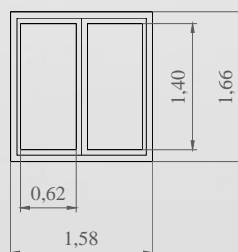
**Area vetro**  $A_g = 1.72$  mq

**Rapporto**  $A_t / A_w = 0.34$

**Spessore**  $d = 7$  cm

**Perimetro della vetrata**  $lg = 8.08$  m

**Altezza sottofinestra:** 90 cm

**FINESTRA 6**

**Materiale:** Legno

**Vetro doppio 4-6-4 no basso emissivo**

**Area finestra**  $A_w = 2.62$  mq

**Area telaio**  $A_t = 0.9$  mq

**Area vetro**  $A_g = 1.72$  mq

**Rapporto**  $A_t / A_w = 0.34$

**Spessore**  $d = 7$  cm

**Perimetro della vetrata**  $lg = 8.08$  m

**Altezza sottofinestra:** 90 cm

**FINESTRA 7**

**Materiale:** Legno

**Vetro doppio 4-6-4 no basso emissivo**

**Area finestra**  $A_w = 1.3$  mq

**Area telaio**  $A_t = 0.45$  mq

**Area vetro**  $A_g = 0.85$  mq

**Rapporto**  $A_t / A_w = 0.34$

**Spessore**  $d = 7$  cm

**Perimetro della vetrata**  $lg = 4.02$  m

**Altezza sottofinestra:** 90 cm

## DATI TECNICO-COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO

Superficie utile ambiente climatizzato	$A_f$	88	$m^2$
Altezza utile ambiente climatizzato	$h$	3	$m$
Volume lordo ambiente climatizzato	$V_l$	379	$m^3$
Volume netto ambiente climatizzato	$V$	264	$m^3$
Rapporto $V/V_l$	$V/V_l$	0,7	
Superficie disperdente totale	$S$	197	$m^2$
Rapporto di forma $S/V_l$	$S/V_l$	0,52	

Rapporto di forma dell'edificio $S/V$	ZONA CLIMATICA									
	A	B		C		D		E		F
	Fino a 600 GG	Da 601 GG	A 900 GG	Da 901 GG	A 1400 GG	Da 1401 GG	A 2100 GG	Da 2101 GG	A 3000 GG	Oltre 3000 GG
$\leq 0,2$	10	10	15	15	25	25	40	40	55	55
$\geq 0,9$	45	45	60	60	85	85	110	110	145	145



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE  
DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

a) Strutture opache

b) Strutture trasparenti

$$Q_i = H (\theta_i - \theta_e) t$$

$$H = H_T + H_V$$

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

## a) Strutture opache

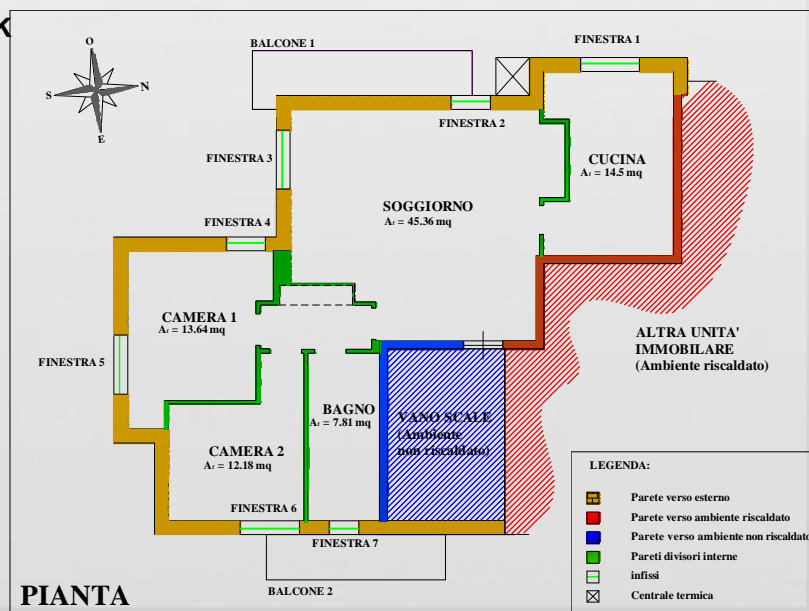
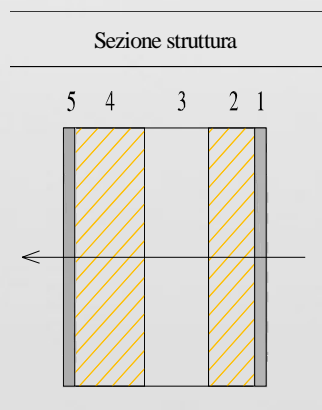
**STRUTTURA 1:** Parete a cassetta non isolata verso l'esterno (spessore 35 cm). La struttura è visibile in figura dallo sfondo a mattoncini gialli.

Struttura 1: Parete in doppio laterizio forato intonacato interno ed esterno (pareti verso esterno)

n° strato	descrizione	Spessore [m]	conducibilità [W/mK]	resistenza [m²K/W]
	Strato limite interno			0,13
1	Intonaco calce e gesso	0,02	0,7	0,029
2	Blocchi in laterizio forato	0,08	0,3	0,27
3	Intercapedine aria non ventilata	0,11		0,18
4	Blocchi in laterizio forato	0,12	0,3	0,40
5	Intonaco esterno	0,02	0,9	0,022
	Strato limite esterno			0,04
<b>Spessore totale</b>		<b>0,35</b>	<b>Resistenza totale</b>	<b>1,067</b>

Trasmittanza Termica Totale:

**0,94W/mq K**





**STRUTTURA 2:** Parete interna in laterizio senza isolamento verso il vano scale (spessore 15 cm). La struttura è rappresentata di colore blu.

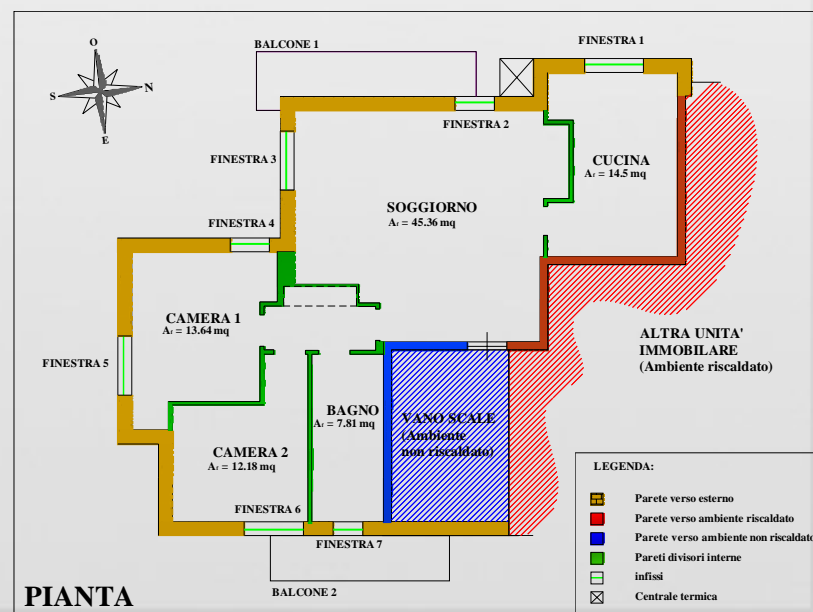
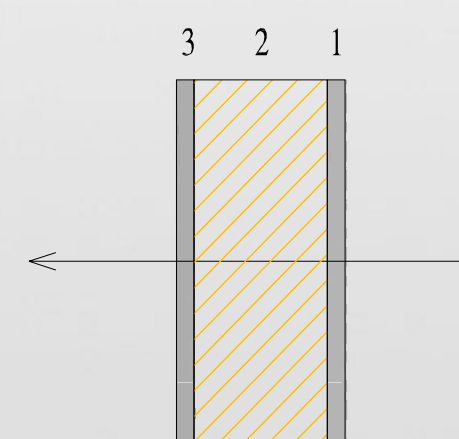
Struttura 2: Parete interna in laterizio forato da 15 cm intonacata su entrambe le facce (parete verso vano scala)

n strato	descrizione	Spessore	conducibilità	resistenza
1	Strato limite interno			0,13 da norma UNI 6946
2	Intonaco calce e gesso	0,02	0,7	0,021 da norma UNI TS 11300 App B
3	Blocchi in laterizio	0,15	0,43	0,35 da norma UNI TS 11300 App B
4	Intonaco calce e gesso	0,02	0,7	0,021 da norma UNI TS 11300 App B
5	Strato limite interno			0,13 da norma UNI 6946
spessore tot		0,19	Resistenza totale	0,652

Trasmittanza Termica Totale:

1,53 W/mq K

Sezione struttura



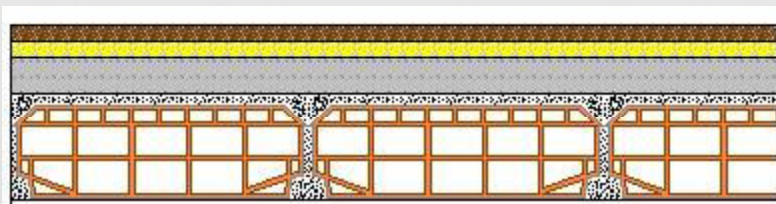
### STRUTTURA 3: Solaio in latero-cemento non isolato con finitura in ceramica verso l'autorimessa (spessore 30 cm).

Struttura 3: Pavimento, senza isolamento con finitura in ceramica (solaio verso autorimessa)

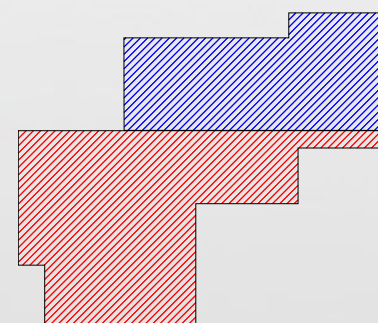
Strato	descrizione	Spessore	conducibilità	resistenza	
1	Strato limite interno			0,17	da norma UNI 6946
2	Piastrelle in ceramica	0,015	1	0,015	
3	Malta cementizia per massetto	0,05		0,036	
4	Solaio in latero cemento da 20 cm e soletta da 4 cm	0,24		0,28	da norma UNI 10355
5	Intonaco calce e gesso	0,015	0,7	0,021	da norma UNI 11300-1 App B
6	Strato limite interno			0,17	da norma UNI 6946
<b>Spessore totale</b>		<b>0,32</b>	<b>Resistenza totale</b>	<b>0,692</b>	

Trasmittanza Termica Totale:

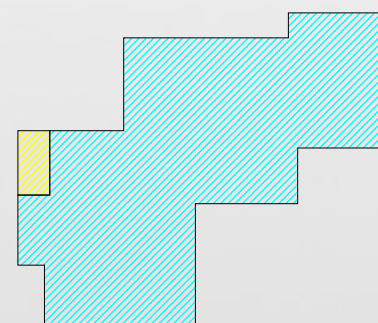
**1,44W/mq K**



PAVIMENTO



SOFFITTO



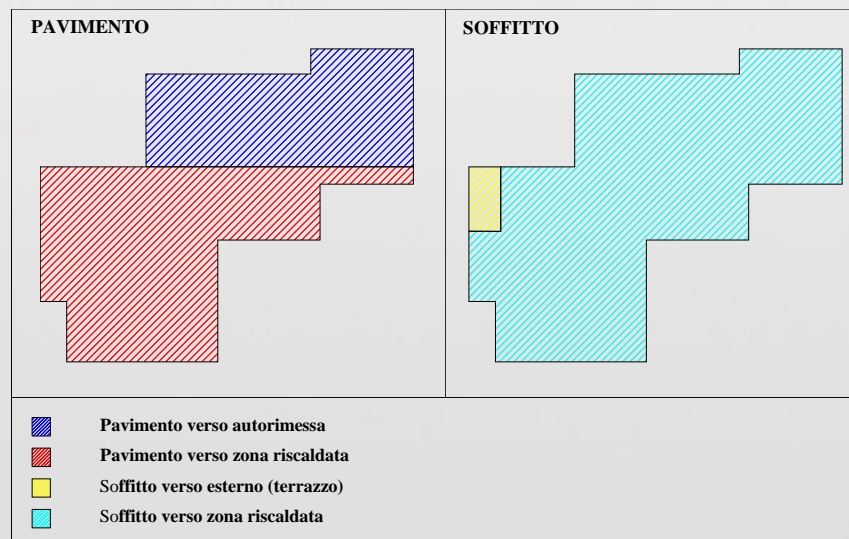
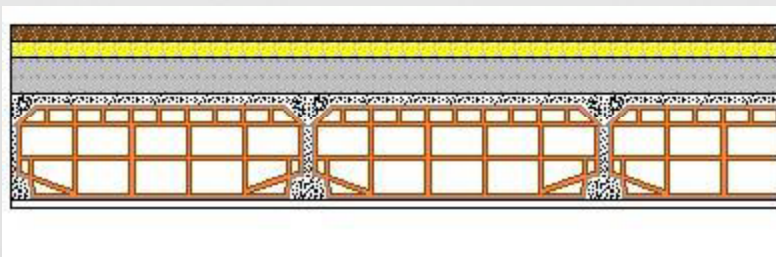
- ▨ Pavimento verso autorimessa
- ▨ Pavimento verso zona riscaldata
- ▨ Soffitto verso esterno (terrazzo)
- ▨ Soffitto verso zona riscaldata

## STRUTTURA 4: Solaio in latero-cemento non isolato verso l'esterno (spessore 30 cm)

Struttura 4: Copertura a terrazzo calpestabile in laterocemento impermeabilizzata (parte del soffitto della camera 1)

n strato	descrizione	Spessore	conducibilità	resistenza	
1	Strato limite interno				0,13 da norma UNI 6946
2	intonaco calce e gesso	0,015		0,7	0,021 da norma UNI 11300-1 App B
3	Soletta mista da 20 cm in laterizio + 6	0,26			0,35 da norma UNI 10355
4	Cartone bitumato	0,015		0,23	0,065
5	Malta cementizia magra per massetto	0,04		1,4	0,029
6	Piastrelle di ceramica	0,015		1	0,015
7	strato limite esterno				0,04 da norma UNI 6946
		0,345	<b>Resistenza totale</b>		<b>0,650</b>

Trasmittanza Termica Totale: **1,54 W/mq K**

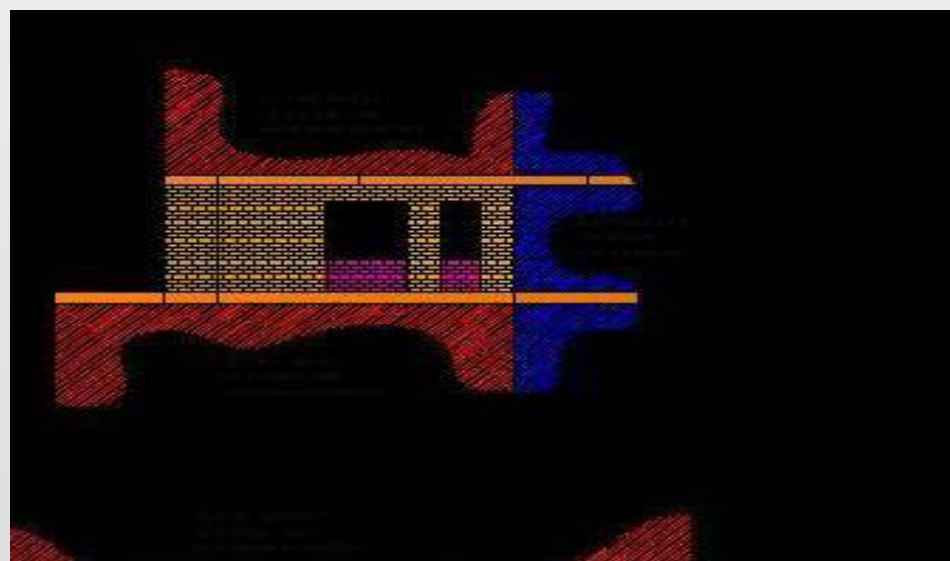


## STRUTTURA 8: Sottofinestra



n strato	descrizione	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
	Strato limite interno			0,13
1	intonaco calce e gesso	0,02	0,7	0,029
2	Blocchi in laterizio	0,08	0,3	0,27
3	intonaco calce e gesso	0,02	0,9	0,022
	strato limite interno			0,04
	<b>Spessore totale</b>	<b>0,12</b>	<b>Resistenza totale</b>	<b>0,487</b>

Trasmittanza Termica Totale:

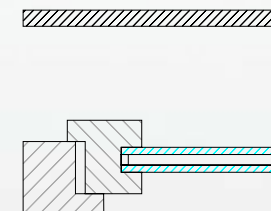
**2.05** W/mq K

## b) Strutture trasparenti (CALCOLO TRASMITTANZA)

## STRUTTURA 5: Infisso in alluminio

**Struttura 5: Serramento vetrato in vetro camera 4-6-4, adimensionale, telaio in alluminio**

Sezione struttura



Valore della trasmittanza preso dall' appendice C  
UNI TS 11300 1

Prospetto C.1  
trasmitt vetro semplice  
4-6-4

3,3W/(mqK)

Prospetto C.2  
Trsmitt telaio metallo e  
taglio termico

2,4W/(mqK)

Prospetto C.3

trasmitt totale

**3,1W/(mqK)**

$\Delta R$

0,16mqK/W

da app C.4 UNI TS 11300

2,0721925

$U_{W+shut}$

13W/(mqK)

$f_{shut}$

0,6

da norma UNI TS 11300

$U_{w,corr}$

**2,48W/(mqK)**

(questo dato tiene conto dell'effetto delle chiusure oscuranti punto 11.1.2  
UNI TS 11300

grandezza	simbolo	W/(m <sup>2</sup> K)	
trasmittanza vetrata	$U_g$	3,3	da prospetto C.1 UNI TS 11300-1
trasmittanza finestra	$U_W$	3,1	calcolata secondo UNI EN ISO 10077-1

## b) Strutture trasparenti (CALCOLO TRASMITTANZA)

**STRUTTURA 5:** Infisso in legno

**Struttura 6: Serramento vetrato in vetro camera 4-6-4, adimensionale, telaio in legno**

Valore della trasmittanza preso dall'appendice C UNI TS 11300 1

Prospetto C.1  
trasmitt vetro semplice 4-6-4  
3,3W/(mqK)

Prospetto C.2  
Trsmitt telaio metallo e taglio termico  
1,8W/(mqK)

Prospetto C.3		$\Delta R$	mqK	
			0,16/W	da app C.4 UNI TS 11300
trasmitt totale	<b>2,90W/(mqK)</b>	$U_{W+s}$		
		$f_{shut}$	1,980874317W/(mqK)	
			0,6	da norma UNI TS 11300

$U_{w,corr}$  **2,35K** W/(mq (questo dato tiene conto dell'effetto delle chiusure oscuranti punto 11.1.2 UNI TS 11300)



**b) Strutture (CALCOLO TRASMITTANZA)**

Struttura 1: pareti verso esterno	0,94	W/(m <sup>2</sup> K)
Struttura 2: pareti verso vano scale	1,53	W/(m <sup>2</sup> K)
Struttura 3: solaio verso autorimessa	1,44	W/(m <sup>2</sup> K)
Struttura 4: parte del soffitto camera 1	1,54	W/(m <sup>2</sup> K)
Struttura 5: serramento in alluminio	2,48	W/(m <sup>2</sup> K)
Struttura 6: serramento in legno	2,35	W/(m <sup>2</sup> K)
Struttura 7: portoncino in legno	2,1	W/(m <sup>2</sup> K)
Struttura 8: sottofinestra	2,05	W/(m <sup>2</sup> K)

Struttura 1: pareti verso esterno	101.67	m <sup>2</sup>
Struttura 2: pareti verso vano scale	1.70	m <sup>2</sup>
Struttura 3: solaio verso autorimessa	41.40	m <sup>2</sup>
Struttura 4: parte del soffitto camera 1	3.00	m <sup>2</sup>
Struttura 5: serramento in alluminio	11.62	m <sup>2</sup>
Struttura 6: serramento in legno	6.58	m <sup>2</sup>
Struttura 7: portoncino in legno	1.70	m <sup>2</sup>
Struttura 8: sottofinestra	3.43	m <sup>2</sup>

*Superfici totali delle varie strutture che compongono l'involucro (A)*

## PONTI TERMICI

prospetto 4

## Maggiorazioni percentuali relative alla presenza dei ponti termici [%]

Descrizione della struttura	Maggiorazione <sup>11)</sup>
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto) senza aggetti/balconi e ponti termici corretti	5
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto) con aggetti/balconi	15
Parete omogenea in mattoni pieni o in pietra (senza isolante)	5
Parete a cassa vuota con mattoni forati (senza isolante)	10
Parete a cassa vuota con isolamento nell'intercapedine (ponte termico corretto)	10
Parete a cassa vuota con isolamento nell'intercapedine (ponte termico non corretto)	20
Pannello prefabbricato in calcestruzzo con pannello isolante all'interno	30

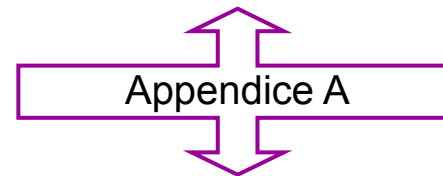


Coefficiente di perdita di calore per trasmissione  
**VERSO AMBIENTI NON RISCALDATI ( $H_U$ )**

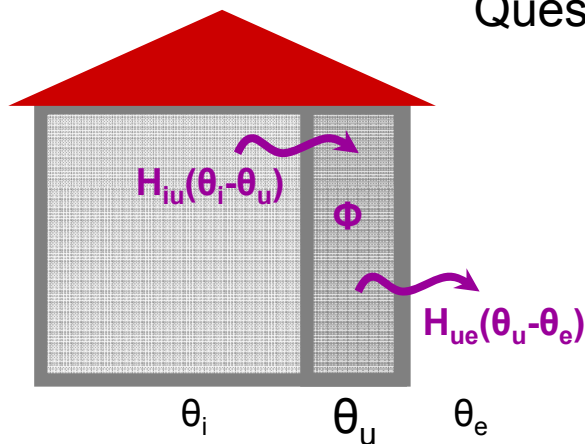
$$H_T = L_D + L_s + H_U$$

$$H_U = L_{iu} b \longrightarrow b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

il **fattore di riduzione  $b$**  tiene conto della possibilità che uno spazio non riscaldato sia a temperatura diversa da quella dell'ambiente esterno



Questa temperatura ( $\theta_u$ ) è il risultato di un bilancio termico in regime stazionario dell'ambiente non riscaldato



$$\theta_u = \frac{\Phi + \theta_i H_{iu} + \theta_e H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

$\Phi$  = flusso termico prodotto all'interno dello spazio non riscaldato per esempio per apporti solari

## AMBIENTI NON RISCALDATI

prospetto 5

Fattore di correzione  $b_{tr,x}$ 

Ambiente confinante	$b_{tr,x}$
Ambiente	
- con una parete esterna	0,4
- senza serramenti esterni e con almeno due pareti esterne	0,5
- con serramenti esterni e con almeno due pareti esterne (per esempio autorimesse)	0,6
- con tre pareti esterne (per esempio vani scala esterni)	0,8
Piano interrato o seminterrato	
- senza finestre o serramenti esterni	0,5
- con finestre o serramenti esterni	0,8
Sottotetto	
- tasso di ventilazione del sottotetto elevato (per esempio tetti ricoperti con tegole o altri materiali di copertura discontinua) senza rivestimento con feltro o assito	1,0
- altro tetto non isolato	0,9
- tetto isolato	0,7
Aree interne di circolazione (senza muri esterni e con tasso di ricambio d'aria minore di $0,5 \text{ h}^{-1}$ )	0,0
Aree interne di circolazione liberamente ventilate (rapporto tra l'area delle aperture e volume dell'ambiente maggiore di $0,005 \text{ m}^2/\text{m}^3$ )	1,0

## CALCOLO DEL COEFFICIENTE TOTALE DI TRASMISSIONE

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

$H_A$	non considerato	
$H_g$	non considerato	
$H_D$	151,20	W/K
$H_U$	38,35	W/K
Htr	189,55	W/K

## Calcolo degli scambi termici

RISCALDAMENTO (H=Heating)

Scambio termico per  
trasmissione

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{ins,set,H} - \theta_e) \cdot t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \cdot t$$

Temperatura media mensile esterna

Riscaldamento e raffrescamento degli edifici:

Dati climatici **UNI 10349:1994**

VALORI MEDI MENSILI DELLA **TEMPERATURA** MEDIA GIORNALIERA  
DELL'**ARIA ESTERNA** ( $\theta_e$ )

PROCEDIMENTI DIVERSI IN BASE ALLA LOCALITÀ:

1 CAPOLUOGO  
di provincia

Prospetto IV-valori medi mensili della temperatura media giornaliera dell'aria esterna

N°	Sigla Provincia	Località	Altitudine m	GEN. °C	FEB. °C	MAR. °C	APR. °C	MAG. °C	GIU. °C	LUG. °C	AGO. °C	SET. °C	OTT. °C	NOV. °C	DIC. °C
1	AG	Agrigento	230	10,4	10,8	12,7	15,6	19,4	24,1	26,9	26,5	24,0	19,9	15,9	12,2
2	AL	Alessandria	95	9,0	9,8	8,1	10,1	17,9	22,0	24,7	23,6	19,9	13,1	8,9	1,9
3	AN	Ancona	16	6,3	7,1	9,9	13,4	17,0	21,8	25,4	26,1	21,3	16,5	12,1	7,8
4	AO	Aosta	683	-0,9	2,6	6,7	11,0	14,7	18,7	20,5	19,4	15,9	10,3	4,8	0,8
5	AP	Ascoli Piceno	154	5,5	6,6	9,5	13,3	17,2	21,7	24,4	24,3	21,1	15,8	10,9	7,0
6	AQ	L'Aquila	714	2,0	3,6	7,1	11,4	15,0	19,1	22,0	21,8	18,6	13,1	8,2	3,8
7	AR	Arezzo	246	5,1	5,9	9,2	12,8	16,4	20,9	24,0	23,4	20,3	15,0	10,2	6,1
8	AT	Asti	123	-0,4	2,7	7,9	13,0	17,0	21,6	24,2	22,9	18,9	12,7	6,1	1,3
9	AV	Avellino	348	5,5	6,5	8,8	12,4	16,0	20,3	23,1	22,6	19,6	14,8	10,4	6,8

2 ALTRA LOCALITÀ

- Si identifica il CAPOLUOGO PIÙ VICINO in linea d'aria e sullo stesso versante geografico.
- Si apporta una CORREZIONE al valore della TEMPERATURA per tenere conto della diversa altitudine, secondo questa relazione:

temperatura del capoluogo  
(prospetto IV)

altitudine s.l.m. della  
località considerata

$$\theta_e = \theta_{e,r} - (z - z_r) \delta$$

altitudine s.l.m. del capoluogo  
(prospetto IV)

Prospetto II - valori del gradiente  
vertiale di temperatura

Zona geografica	$\delta$ (°C/m)
Italia settentrionale transpadana	1/178
Italia settentrionale cispadana	1/200
Italia centrale e meridionale	1/147
Sicilia	1/174
Sardegna	1/192

## Calcolo degli scambi termici

RISCALDAMENTO (H=Heating)

Scambio termico per  
trasmissione

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{ins,set,H} - \theta_e) \cdot t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \cdot t$$

temperatura interna di regolazione per il  
riscaldamento/raffrescamento della zona considerata

Regolazione cronotermostato

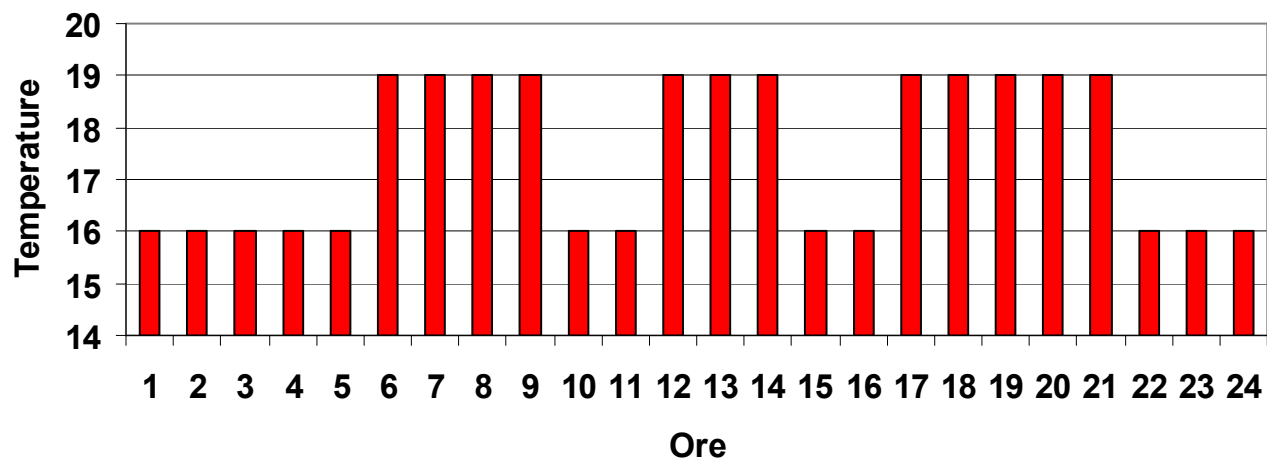
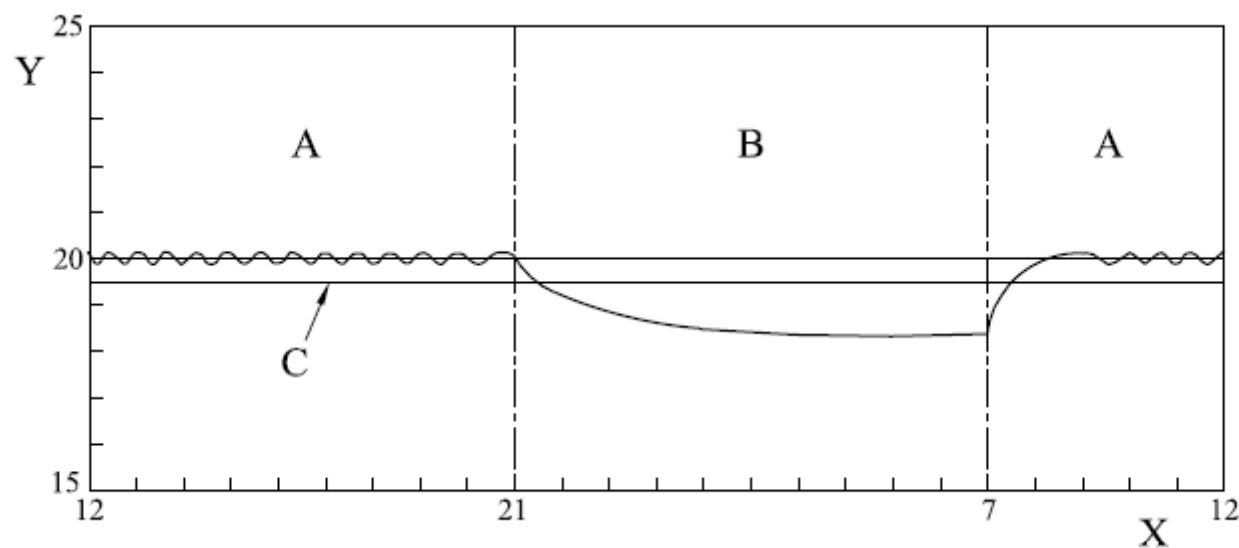


figura 8 **Regime intermittente con regolazione locale**

Legenda

- X Orario
- Y Temperatura ambiente (°C)
- A Attività
- B Interruzione
- C Temperatura risultante



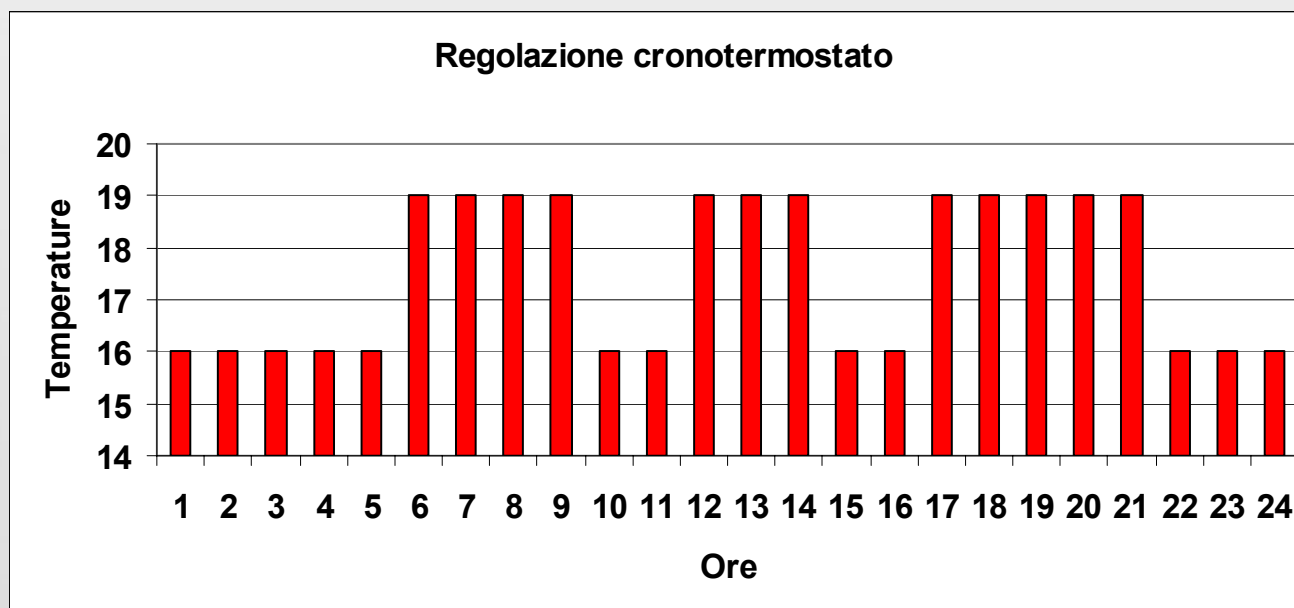
In questo caso il calcolo viene condotto, anziché a 20 °C, adottando la temperatura interna media risultante nelle 24 h.



*Differenza di temperatura media mensile*

$$(\vartheta_{\text{int,set,H}} - \vartheta_e)$$

ottobre	1	°C
novembre	5,4	°C
dicembre	9,7	°C
gennaio	11,2	°C
febbraio	10,4	°C
marzo	7,6	°C



$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{ins,set,H} - \theta_e) \cdot t$$

	contributo verso esterno pareti opache	contributo verso esterno infissi	contributo verso vano scale pareti opache	contributo verso vano scale porta	contributo verso autorimessa	Contributo ponti termici	contributo totale
	MJ	MJ	MJ	MJ	MJ	MJ	MJ
ottobre	83,12	34,46	0,81	1,11	27,90	8,31	155,71
novembre	1496,19	620,19	14,60	19,99	502,12	149,62	2802,71
dicembre	2777,19	1151,18	27,11	37,10	932,02	277,72	5202,31
gennaio	3206,65	1329,20	31,30	42,84	1076,14	320,66	6006,79
febbraio	2785,50	1154,63	27,19	37,21	934,81	278,55	5217,88
marzo	2105,75	872,86	20,55	28,13	706,68	210,57	3944,55
<b>TOTALE</b>	<b>12454,39</b>	<b>5162,51</b>	<b>121,57</b>	<b>166,38</b>	<b>4179,66</b>	<b>1245,44</b>	<b>23329,95</b>

## Calcolo degli scambi termici

RISCALDAMENTO (H=Heating)

Scambio termico per  
trasmissione

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{ins,set,H} - \theta_e) \cdot t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \cdot t$$

Durata del mese  
considerato

Fattore di forma tra il componente  
edilizio k-esimo e la volta celeste

## Calcolo degli scambi termici

RISCALDAMENTO (H=Heating)

Scambio termico per  
trasmissione

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{ins,set,H} - \theta_e) \cdot t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \cdot t$$

UNI EN ISO 13790:2008

Extra flusso termico dovuto alla radiazione  
infrarossa verso la volta celeste dal  
componente k-esimo mediato sul tempo

## FABBISOGNO DI CALORE [UNI EN ISO 13790:2008]

Extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste

$$\Phi_{r,mn,k} = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er}$$

RESISTENZA  
SUPERFICIALE ESTERNA

AREA  
DELL'ELEMENTO

DIFFERENZA DI  
TEMPERATURA TRA  
QUELLA ESTERNA E  
QUELLA APPARENTE  
DELLA VOLTA CELESTE

TRASMITTANZA  
TERMICA

COEFFICIENTE DI  
IRRAGGIAMENTO DELLA  
SUPERFICIE

$$\Delta\theta_{er} = 4 \cdot \varepsilon \cdot \sigma (\theta_{ss} + 273)^3$$

## FABBISOGNO DI CALORE [UNI EN ISO 13790:2008]

Extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste

$$\Phi_{r,mn,k} = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \rightarrow \begin{array}{l} \text{DIFFERENZA DI} \\ \text{TEMPERATURA TRA} \\ \text{QUELLA ESTERNA E} \\ \text{QUELLA APPARENTE} \\ \text{DELLA VOLTA CELESTE} \end{array}$$

$$\Delta\theta_{er} = \begin{array}{l} \nearrow 9 \text{ K in aree sub-polari} \\ \rightarrow 13 \text{ K in aree tropicali} \\ \searrow 11 \text{ K nelle zone intermedie} \end{array}$$

## FABBISOGNO DI CALORE [UNI EN ISO 13790:2008]

Extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste

$$h_r = 4 \cdot \varepsilon \cdot \sigma (\theta_{ss} + 273)^3 \Rightarrow se \Delta\theta = 10 \Rightarrow h_r = 5 \cdot \varepsilon$$

$$\Phi_{r,mn,k} = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er}$$

↓  
COEFFICIENTE DI  
IRRAGGIAMENTO DELLA  
SUPERFICIE

$$\Phi_{r,mn,k} = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er}$$

tipo parete	$R_{se}$	$U_c$	$A_c$	$h_r$	$\Delta\theta$	$\Phi_{r,mn,k}$	$F_r$	$\Phi_{r,mn,k} \cdot F_r$
Struttura 1: pareti verso esterno	0,04	0,94	101,67	4,5	11	188,58	0,5	94,29
Struttura 4: parte soffitto camera 1	0,04	1,54	3,00	4,5	11	9,14	1	9,14
Struttura 5: serramento in alluminio	0,04	2,48	11,62	4,185	11	53,14	0,5	26,57
Struttura 6: serramento in legno	0,04	2,35	6,58	4,185	11	28,46	0,5	14,23
Struttura 8 sottofinestra	0,04	2,05	3,43	4,5	11	13,93	0,5	6,97

$$Q_{H,tr} = \dots \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \cdot t$$

	struttura 1	struttura 4	struttura 5	struttura 6	struttura 8	totale [MJ]
ottobre	73,32	7,10	20,66	11,06	5,42	117,56
novembre	244,41	23,68	68,86	36,88	18,06	391,88
dicembre	252,55	24,47	71,16	38,11	18,66	404,95
gennaio	252,55	24,47	71,16	38,11	18,66	404,95
febbraio	236,26	22,89	66,57	35,65	17,45	378,82
marzo	244,41	23,68	68,86	36,88	18,06	391,88
<b>TOTALE</b>	<b>1303,50</b>	<b>126,29</b>	<b>367,27</b>	<b>196,69</b>	<b>96,30</b>	<b>2090,04</b>



$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{ins,set,H} - \theta_e) \cdot t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \cdot t$$

	trasmissione	extra flusso verso il cielo	$Q_{H,tr}$ [MJ]
ottobre	155,71	117,56	273,27
novembre	2802,71	391,88	3194,59
dicembre	5202,31	404,95	5607,26
gennaio	6006,79	404,95	6411,74
febbraio	5217,88	378,82	5596,70
marzo	3944,55	391,88	4336,43
<b>TOTALE</b>	<b>23329,95</b>	<b>2090,04</b>	<b>25419,99</b>

## Calcolo degli scambi termici

RISCALDAMENTO (H=Heating)

Scambio termico per ventilazione

$$Q_{H,ve} = H_{ve,adj} \cdot (\theta_{ins,set,H} - \theta_e) \cdot t$$

Coefficiente globale di scambio termico per ventilazione della zona considerata, corretto per tenere conto della differenza di temperatura int-est

## Calcolo degli scambi termici

RISCALDAMENTO (H=Heating)

Coefficiente globale di scambio termico per **ventilazione** della zona considerata, corretto per tenere conto della differenza di temp. int-est

$H_{ve,adj}$

$$H_{ve,adj} = \rho_a \cdot c_a \cdot \left\{ \sum_k b_{ve,k} \cdot q_{ve,k,mn} \right\}$$

# FABBISOGNO DI CALORE [UNI EN 832:2001]

## COEFFICIENTE DI DISPERSIONE TERMICA PER VENTILAZIONE ( $H_V$ )

$$H = H_T + H_V$$

$$H_V = \dot{V} \rho_a c_a$$

Capacità termica volumica dell'aria

Portata d'aria di rinnovo dell'edificio

Varia secondo il sistema utilizzato:

- Ventilazione naturale
- Ventilazione meccanica
- Ventilazione meccanica con scambiatori di calore

- Se  $\dot{V}$  è espresso in  $\text{m}^3/\text{s}$   
 $\Rightarrow \rho_a c_a = 1200 \text{ J}/(\text{m}^3\text{K})$

Volume dello spazio riscaldato

Ventilazione minima  $\Rightarrow \dot{V}_{\min} = 0,5 \cdot V \text{ m}^3/\text{h}$

**0,3 vol/h**

## Calcolo degli scambi termici

RISCALDAMENTO (H=Heating)

Coefficiente globale di scambio termico per  
**ventilazione** della zona considerata, corretto per  
tenere conto della differenza di temp. int-est

$H_{ve,adj}$

Capacità termica volumica dell'aria  
= 1200 J/(m<sup>3</sup>K)

$$H_{ve,adj} = \rho_a \cdot c_a \cdot \left\{ \sum_k b_{ve,k} \cdot q_{ve,k,mn} \right\}$$

FATTORE DI CORREZIONE DELLA  
TEMPERATURA PER IL FLUSSO D'ARIA K-esimo

$$b_{ve,k} \neq 1$$

Se la temperatura di mandata non è uguale  
alla temperatura esterna (pre-riscaldamento  
o pre-raffrescamento o recupero termico  
dell'aria di ventilazione)

## Calcolo degli scambi termici

RISCALDAMENTO (H=Heating)

Coefficiente globale di scambio termico per  
**ventilazione** della zona considerata, corretto per  
tenere conto della differenza di temp. int-est

$H_{ve,adj}$

$$H_{ve,adj} = \rho_a \cdot c_a \cdot \left\{ \sum_k b_{ve,k} \cdot q_{ve,k,mn} \right\}$$

PORTATA MEDIA SUL TEMPO DEL FLUSSO  
D'ARIA K-esimo

$$q_{ve,k,mn} = f_{ve,t,k} \cdot q_{ve,k}$$

Frazione di tempo in cui si  
verifica il flusso, se è  
permanente vale 1

Portata del flusso  
d'aria k-esimo

## VENTILAZIONE

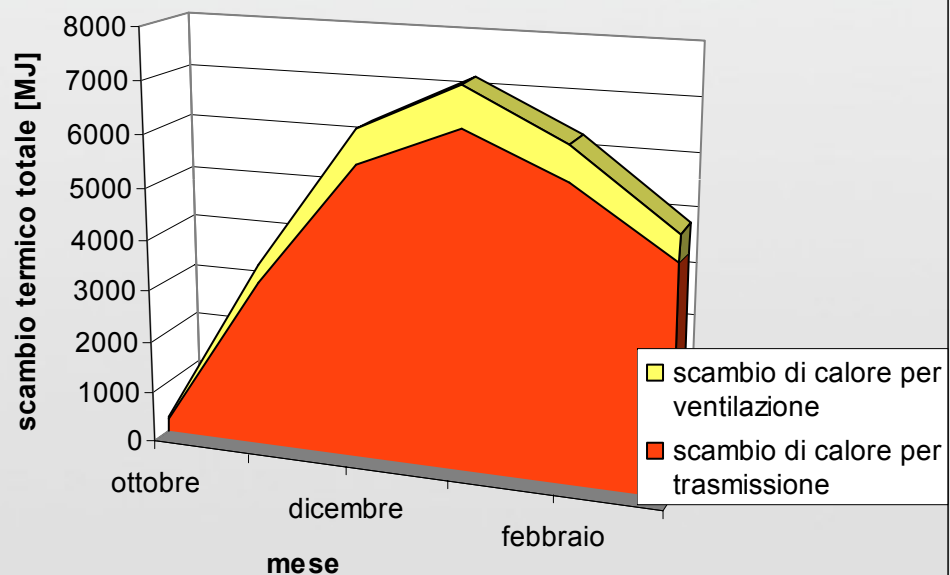
$$H_{ve,adj} = \rho_a \cdot c_a \cdot \left\{ \sum_k b_{ve,k} \cdot q_{ve,k,mn} \right\}$$

mese	Portata aria	$H_{ve}$ [W/K]	$Q_{H,ve}$ [MJ]
ottobre	79,32	26,43	20,56
novembre	79,32	26,43	370,06
dicembre	79,32	26,43	686,90
gennaio	79,32	26,43	793,12
febbraio	79,32	26,43	688,95
marzo	79,32	26,43	520,83
TOTALE			3080,42

$$Q_{H,ve} = H_{ve,adj} \cdot (\theta_{ins,set,H} - \theta_e) \cdot t$$

mese	$Q_{H,tr}$ [MJ]	$Q_{H,ve}$ [MJ]	$Q_{H,ht}$ [MJ]
ottobre	273,27	20,56	293,83
novembre	3194,59	370,06	3564,65
dicembre	5607,26	686,90	6294,15
gennaio	6411,74	793,12	7204,86
febbraio	5596,70	688,95	6285,65
marzo	4336,43	520,83	4857,26
TOTALE			28500,41

Andamento scambio termico totale per il riscaldamento





# FABBISOGNO DI CALORE [UNI/TS 11300-1:2008]

## Calcolo degli apporti termici INTERNI ( $Q_{int}$ )

$$Q_{int} = \left\{ \sum_k \phi_{int,mn,k} \right\} \cdot t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \phi_{int,mn,u,l} \right\} \cdot t$$

VALUTAZIONE ADATTATA  
ALL'UTENZA

### RESIDENZE

Profili temporali degli apporti termici dagli occupanti e dalle apparecchiature (edifici residenziali)

Giorni	Ore	Soggiorno e cucina ( $\phi_{int,oc} + \phi_{int,a}/A_f$ ) W/m <sup>2</sup>	Altre aree climatizzate (per esempio stanza da letto) ( $\phi_{int,oc} + \phi_{int,a}/A_f$ ) W/m <sup>2</sup>
Lunedì - Venerdì	07.00 - 17.00	8,0	1,0
	17.00 - 23.00	20,0	1,0
	23.00 - 07.00	2,0	6,0
	Media	9,0	2,67
Sabato - Domenica	07.00 - 17.00	8,0	2,0
	17.00 - 23.00	20,0	4,0
	23.00 - 07.00	2,0	6,0
	Media	9,0	3,83
Media		9,0	3,0

### ALTRO

Profili temporali degli apporti termici dagli occupanti e dalle apparecchiature (edifici adibiti ad uffici)

Giorni	Ore	Ambienti ufficio (60% della superficie utile di pavimento) ( $\phi_{int,oc} + \phi_{int,a}/A_f$ ) W/m <sup>2</sup>	Altre stanze, atri, corridoi (40% della superficie utile di pavimento) ( $\phi_{int,oc} + \phi_{int,a}/A_f$ ) W/m <sup>2</sup>
Lunedì - Venerdì	07.00 - 17.00	20,0	8,0
	17.00 - 23.00	2,0	1,0
	23.00 - 07.00	2,0	1,0
	Media	9,50	3,92
Sabato - Domenica	07.00 - 17.00	2,0	1,0
	17.00 - 23.00	2,0	1,0
	23.00 - 07.00	2,0	1,0
	Media	2,0	1,0
Media		7,4	3,1

( $\phi_{int,oc} + \phi_{int,a}$ ) è il flusso termico dalle persone e dalle apparecchiature, in W;  
A<sub>f</sub> è la superficie utile di pavimento.

$$Q_{\text{int}} = \left\{ \sum_k \Phi_{\text{int},mn,k} \right\} \cdot t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \Phi_{\text{int},mn,u,l} \right\} \cdot t$$

stanze	superficie utile [m <sup>2</sup> ]	$(\Phi_{\text{int,Oc}} + \Phi_{\text{int,A}})/A_f$ [W/m <sup>2</sup> ]
soggiorno	40	9
cucina	14,5	9
camera 1	13,64	3
camera 2	12,18	3
bagno	7,81	3

Profili temporali degli apporti termici dagli occupanti e dalle apparecchiature (edifici residenziali)

Giorni	Ore	Soggiorno e cucina $(\Phi_{\text{int,Oc}} + \Phi_{\text{int,A}})/A_f$ W/m <sup>2</sup>	Altre aree climatizzate (per esempio stanza da letto) $(\Phi_{\text{int,Oc}} + \Phi_{\text{int,A}})/A_f$ W/m <sup>2</sup>
Lunedì - Venerdì	07.00 - 17.00	8,0	1,0
	17.00 - 23.00	20,0	1,0
	23.00 - 07.00	2,0	6,0
	Media	9,0	2,67
Sabato - Domenica	07.00 - 17.00	8,0	2,0
	17.00 - 23.00	20,0	4,0
	23.00 - 07.00	2,0	6,0
	Media	9,0	3,83
Media		9,0	3,0

$$Q_{\text{int}} = \left\{ \sum_k \Phi_{\text{int},mn,k} \right\} \cdot t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \Phi_{\text{int},mn,u,l} \right\} \cdot t$$

stanze	$(\Phi_{\text{int,Oc.}} + \Phi_{\text{int,A}})/A_f [\text{W/m}^2]$	superficie utile $[\text{m}^2]$	$(\Phi_{\text{int,Oc.}} + \Phi_{\text{int,A}}) [\text{W}]$
soggiorno	9	40	<b>360</b>
cucina	9	14,5	<b>130,5</b>
camera 1	3	13,64	<b>40,92</b>
camera 2	3	12,18	<b>36,54</b>
bagno	3	7,81	<b>23,43</b>

Mese	Q <sub>int</sub> [MJ]					Intera U.I.
	soggiorno	cucina	camera 1	camera2	bagno	
ottobre	279,94	101,48	31,82	28,41	18,22	<b>459,86</b>
novembre	933,12	338,26	106,06	94,71	60,73	<b>1532,88</b>
dicembre	964,22	349,53	109,60	97,87	62,75	<b>1583,98</b>
gennaio	964,22	349,53	109,60	97,87	62,75	<b>1583,98</b>
febbraio	902,02	326,98	102,53	91,55	58,71	<b>1481,79</b>
marzo	933,12	338,26	106,06	94,71	60,73	<b>1532,88</b>
TOTALE	4976,64	1804,03	565,68	505,13	323,90	<b>8175,38</b>

Calcolo degli apporti termici: SOLARI ( $Q_{sol}$ )

RAFFRESCAMENTO e RISCALDAMENTO

$$(Q_{int} + Q_{sol})$$

CALORE DI ORIGINE SOLARE  
NELL'AMBIENTE

$$Q_{sol} = \left\{ \sum_k \phi_{sol,mn,k} \right\} \cdot t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \phi_{sol,mn,u,l} \right\} \cdot t$$

CALORE DI ORIGINE SOLARE IN UN  
AMBIENTE ADIACENTE NON CLIMATIZZATO

$$(Q_{int} + Q_{sol})$$

Calcolo degli apporti termici: SOLARI ( $Q_{sol}$ )

RAFFRESCAMENTO e RISCALDAMENTO

$$Q_{sol} = \left\{ \sum_k \phi_{sol,mn,k} \right\} \cdot t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \phi_{sol,mn,u,l} \right\} \cdot t$$

FLUSSO TERMICO K-esimo DI ORIGINE SOLARE, MEDIATO SUL TEMPO

DURATA DEL MESE COSIDERATO

$(Q_{int} + Q_{sol})$

$(Q_{int} + Q_{sol})$

Calcolo degli apporti termici: SOLARI ( $Q_{sol}$ )

FLUSSO TERMICO K-esimo DI ORIGINE  
SOLARE, MEDIATO SUL TEMPO

$$Q_{sol} = \left\{ \sum_k \phi_{sol,mn,k} \right\} \cdot t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \phi_{sol,mn,u,l} \right\} \cdot t$$

## Calcolo degli apporti termici: SOLARI ( $Q_{sol}$ )

FLUSSO TERMICO K-esimo DI ORIGINE SOLARE, MEDIATO SUL TEMPO  $Q_{sol} = \left\{ \sum_k \phi_{sol,mn,k} \right\} \cdot t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \phi_{sol,mn,u,l} \right\} \cdot t$

FATTORE DI RIDUZIONE PER  
OMBREGGIATURA

IRRADIANZA SOLARE MEDIA  
MENSILE, CON DATO  
ORIENTAMENTO E INCLINAZIONE

$$\phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{sol,k}$$

AREA DI CAPTAZIONE  
SOLARE EFFETTIVA

## Calcolo degli apporti termici: SOLARI ( $Q_{sol}$ )

FLUSSO TERMICO K-esimo DI ORIGINE SOLARE, MEDIATO SUL TEMPO  $Q_{sol} = \left\{ \sum_k \phi_{sol,mn,k} \right\} \cdot t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \phi_{sol,mn,u,l} \right\} \cdot t$

FATTORE DI RIDUZIONE PER OMBREGGIATURA

$$\phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{sol,k}$$

$$F_{sh,ob} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin}$$

$F_{hor}$  = fattore di ombreggiatura dovuto ad ostruzioni esterne

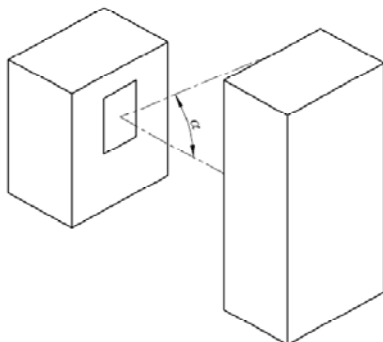
$F_{ov}$  = fattore di ombreggiatura dovuto ad aggetti orizzontali

$F_{fin}$  = fattore di ombreggiatura dovuto ad aggetti verticali



## Calcolo degli apporti termici: SOLARI ( $Q_{sol}$ )

Angolo dell'orizzonte ombreggiato da un'ostruzione esterna



D.1

Ostruzioni esterne

prospetto D.1 Fattore di ombreggiatura  $F_{hor}$  relativo ad ostruzioni esterne. Mese di GENNAIO

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,97	0,86	0,83	0,95	0,85	0,83	0,94	0,83	0,83	0,93	0,81	0,83	0,91	0,80	0,83	0,88	0,76	0,83
20°	0,85	0,67	0,67	0,82	0,65	0,67	0,77	0,63	0,67	0,70	0,60	0,67	0,59	0,58	0,67	0,47	0,54	0,67
30°	0,46	0,47	0,52	0,34	0,45	0,52	0,25	0,44	0,52	0,15	0,44	0,52	0,09	0,44	0,52	0,05	0,39	0,52
40°	0,05	0,37	0,38	0,05	0,33	0,38	0,05	0,30	0,38	0,05	0,27	0,38	0,05	0,23	0,38	0,04	0,21	0,38

prospetto D.6 Fattore di ombreggiatura  $F_{hor}$  relativo ad ostruzioni esterne. Mese di GIUGNO

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,88	0,84	0,79	0,89	0,85	0,80	0,89	0,86	0,81	0,89	0,86	0,83	0,89	0,87	0,84	0,89	0,87	0,85
20°	0,77	0,70	0,65	0,78	0,71	0,64	0,79	0,71	0,64	0,78	0,72	0,64	0,79	0,72	0,65	0,79	0,72	0,66
30°	0,66	0,55	0,55	0,69	0,55	0,54	0,69	0,55	0,53	0,68	0,56	0,53	0,69	0,56	0,52	0,69	0,56	0,52
40°	0,56	0,39	0,36	0,59	0,39	0,37	0,60	0,39	0,38	0,59	0,39	0,40	0,61	0,39	0,41	0,60	0,39	0,41

$$F_{sh,ob} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin}$$

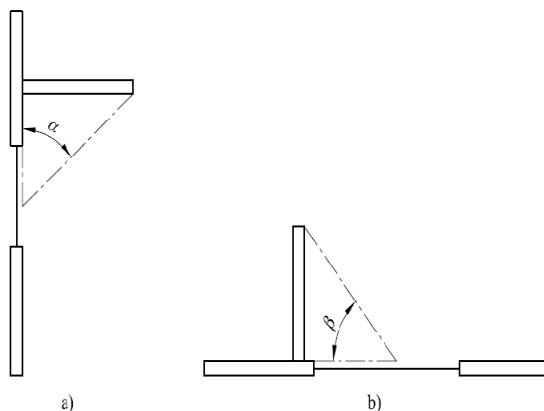
$F_{hor}$  = fattore di ombreggiatura dovuto ad ostruzioni esterne

## Calcolo degli apporti termici: SOLARI ( $Q_{sol}$ )

figura 7 Aggetto orizzontale e verticale

Legenda

- a) Sezione verticale  
b) Sezione orizzontale



$$F_{sh,ob} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin}$$

### D.2 Aggetti orizzontali

prospetto D.13 Fattore di ombreggiatura  $F_{ov}$  relativo ad aggetti orizzontali. Mese di GENNAIO

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,85	0,85	0,80	0,86	0,85	0,80	0,87	0,86	0,80	0,88	0,87	0,80	0,89	0,87	0,80	0,90	0,88	0,80
45°	0,77	0,80	0,72	0,78	0,81	0,72	0,80	0,81	0,72	0,81	0,83	0,72	0,82	0,83	0,72	0,84	0,85	0,72
60°	0,66	0,77	0,65	0,68	0,77	0,65	0,70	0,78	0,65	0,72	0,80	0,65	0,74	0,81	0,65	0,77	0,83	0,65

### D.3 Aggetti verticali

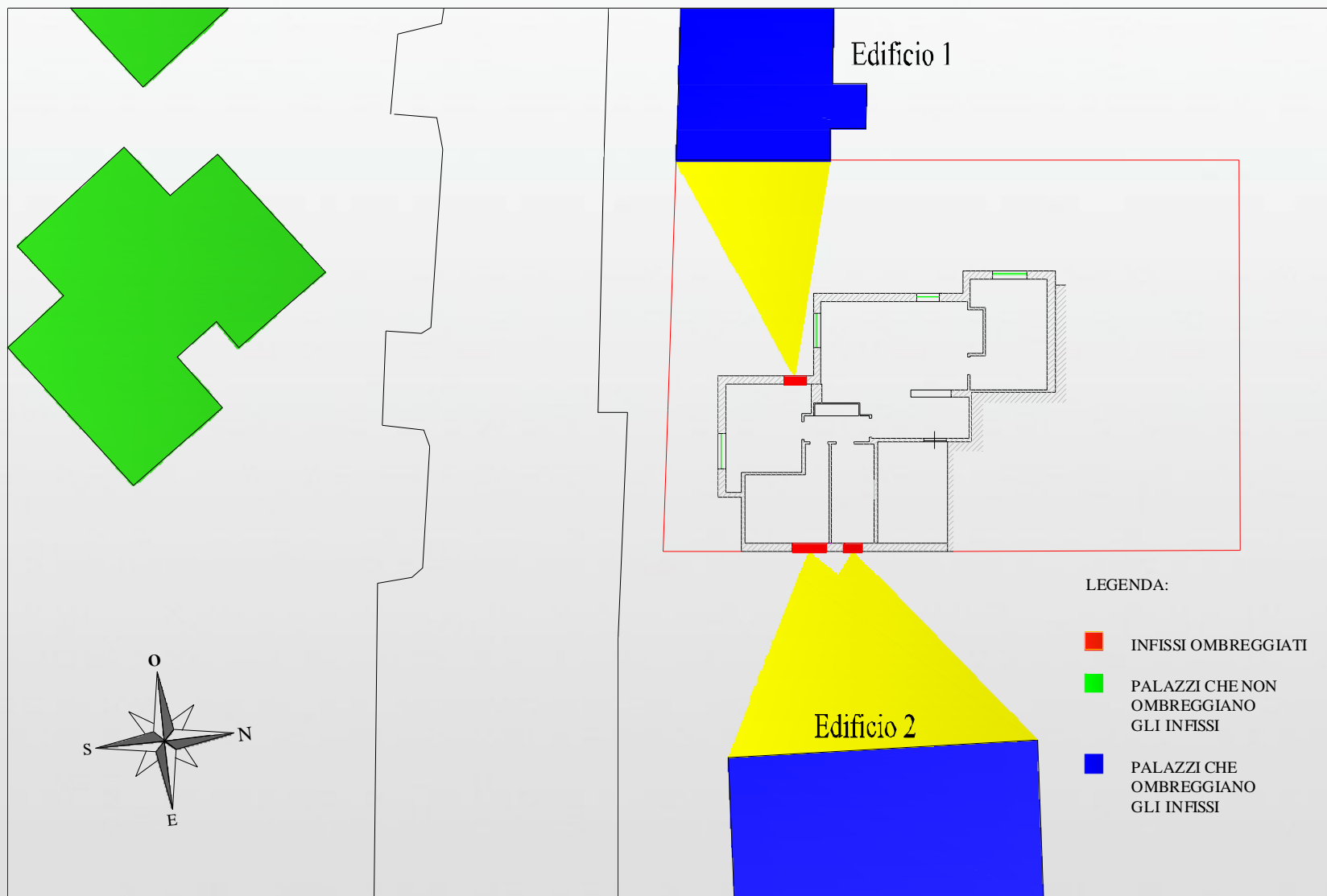
prospetto D.25 Fattore di ombreggiatura  $F_{fin}$  relativo ad aggetti verticali. Mese di GENNAIO

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,91	0,73	0,89	0,92	0,72	0,89	0,92	0,72	0,89	0,92	0,71	0,89	0,92	0,70	0,89	0,92	0,68	0,89
45°	0,86	0,60	0,85	0,86	0,59	0,85	0,86	0,59	0,85	0,87	0,57	0,85	0,87	0,56	0,85	0,87	0,54	0,85
60°	0,79	0,46	0,80	0,79	0,46	0,80	0,80	0,45	0,80	0,80	0,43	0,80	0,80	0,42	0,80	0,80	0,38	0,80

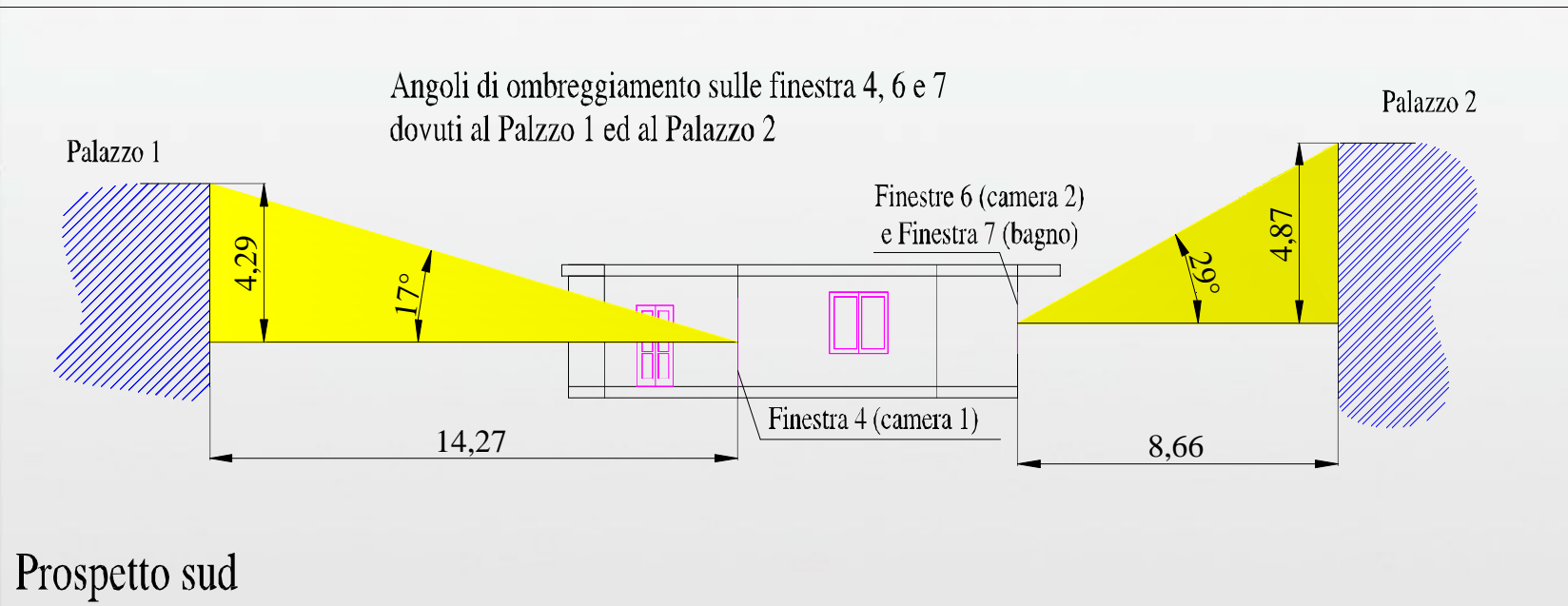
$F_{ov}$  = fattore di ombreggiatura dovuto ad aggetti orizzontali

$F_{fin}$  = fattore di ombreggiatura dovuto ad aggetti verticali

## OMBREGGIATURE



## OMBREGGIATURE



Angolo dell'orizzonte ombreggiato da un'ostruzione esterna

