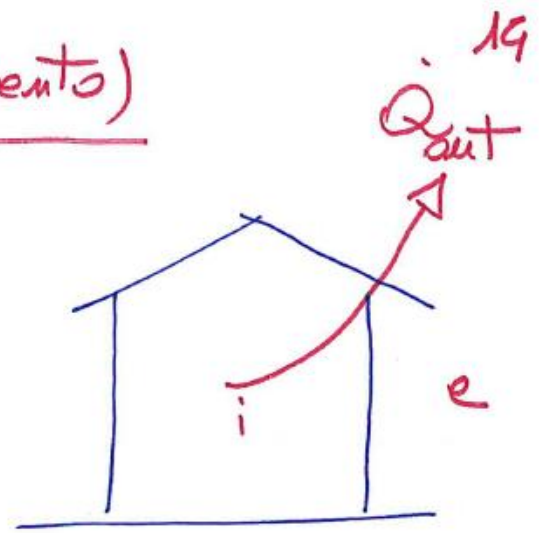


CARICO TERMICO INVERNALE (Riscaldamento)

- 1) dispersioni termiche attraverso l'involucro
- 2) dispersioni ϵ . delle strutture verso locali non risc.
- 3) dispersioni attraverso ponti termici
- 4) dispersioni per ventilazione



$$\dot{Q}_{out} = \dot{Q}_{trasverso} + \dot{Q}_{ponti} + \dot{Q}_{ventilazione}$$

$$= \sum_i U_i S_i \Delta t_i + \sum_j \psi_j l_j \Delta t_j + \sum_k M_k V_k c_{pe} (t_{i,k} - t_e) \rho_e$$

$$\rightarrow \begin{cases} \psi = \text{trasmissione termica lineare del ponte termico} \\ = [W/mK] \end{cases}$$

PONTI TERMICI

[UNI 11300]

15

Calcolo dei ponti termici

- 1) abaco o atlante conforme 11300
- 2) calcolo elementi finiti con metodo 11300

$$\dot{Q}_{pt} = \psi \cdot l (t_i - t_e)$$

$$\begin{array}{lcl} \dot{Q}_{\text{trasmesso}} & = & \dot{Q}_t = U S (t_i - t_e) + \dot{Q}_{pt} \\ \downarrow & & \downarrow \\ & & U S (t_i - t_e) + \psi \cdot l (t_i - t_e) \end{array}$$

$$\rightarrow \psi = \frac{Q_t - U S (t_i - t_e)}{l (t_i - t_e)}$$

trasmissione t. lineare
del ponte termico

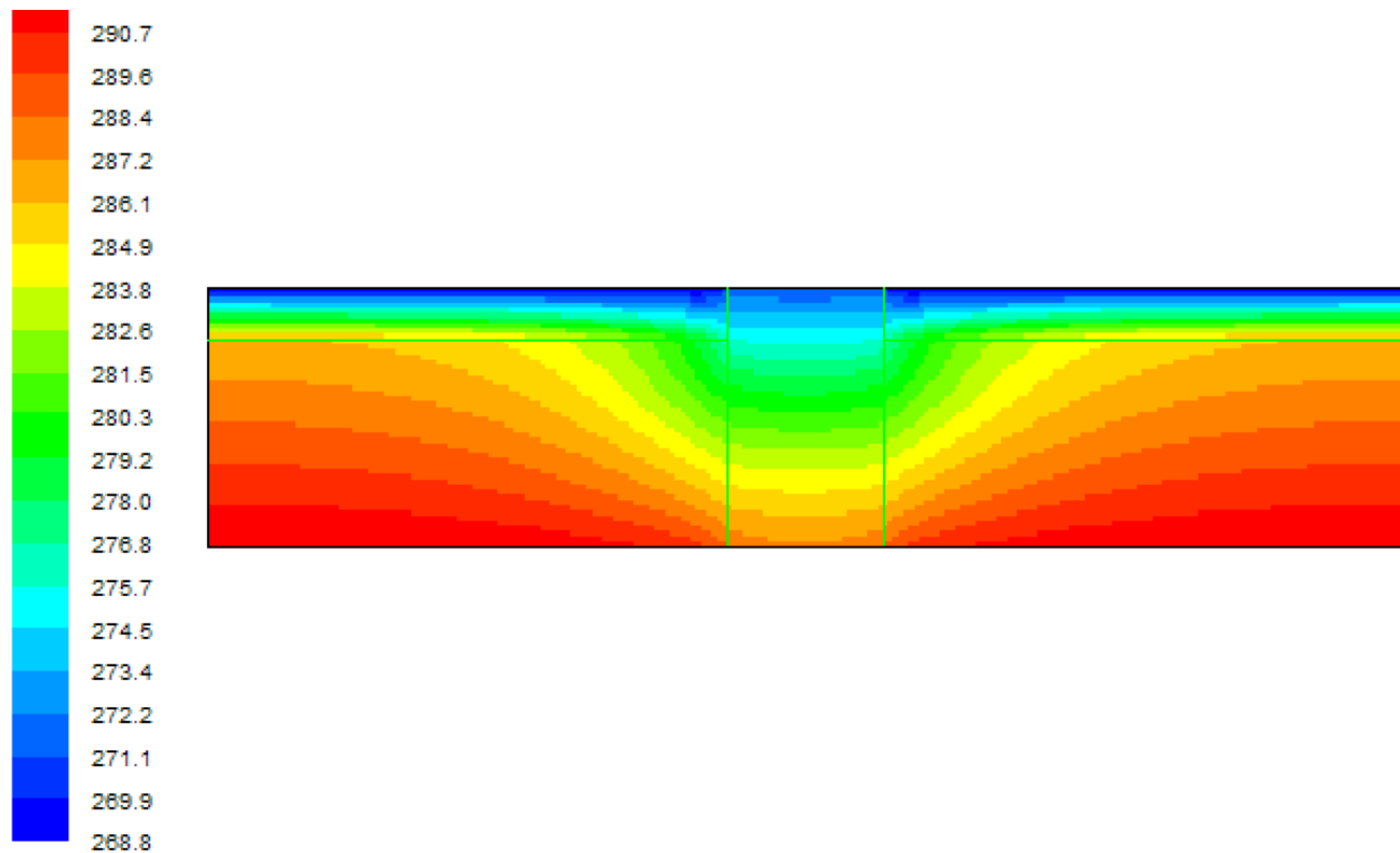


Figura 2.6 – Profilo di temperature PT-Parete Pilastro, U_m , $l = 1\text{m}$.

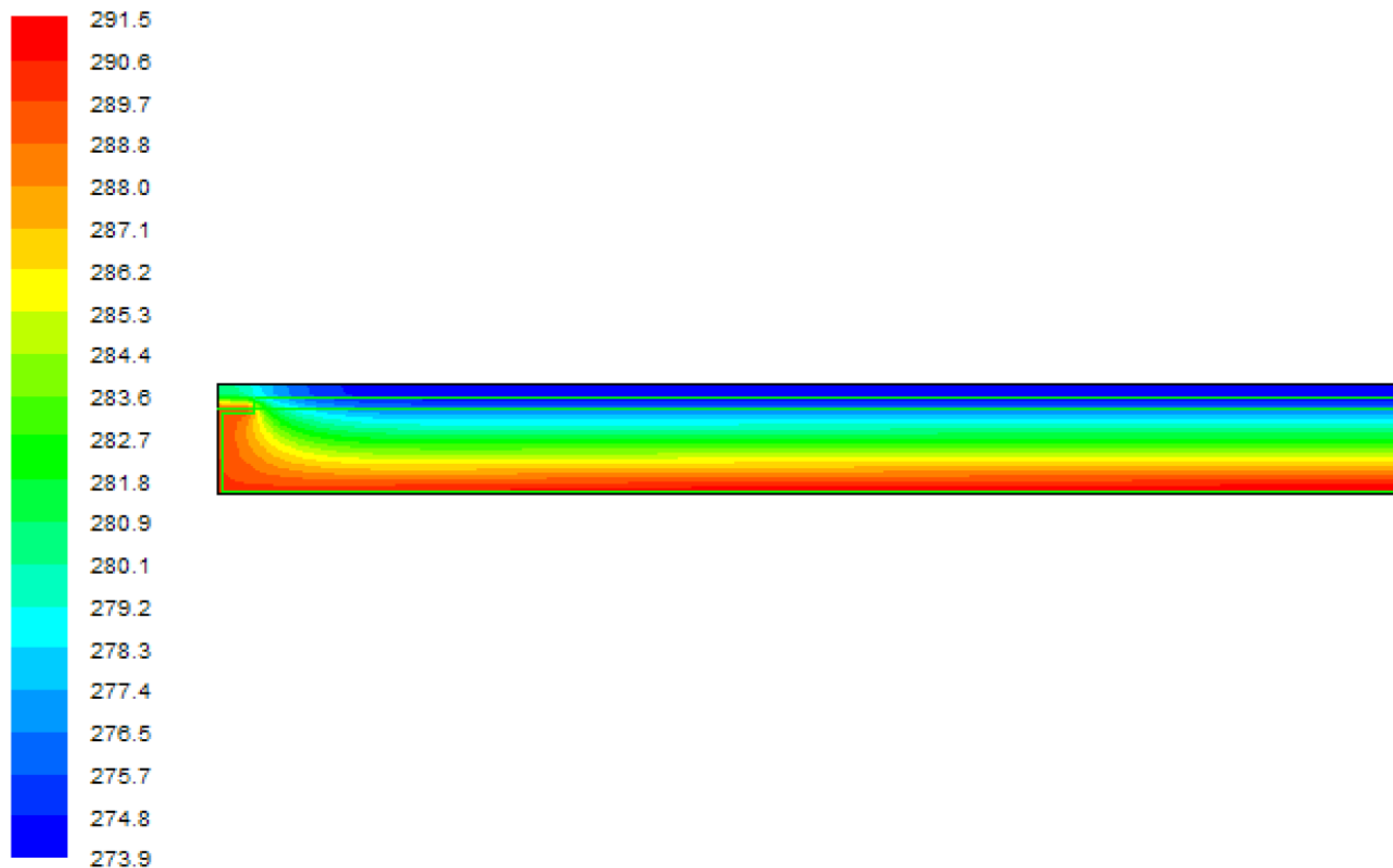
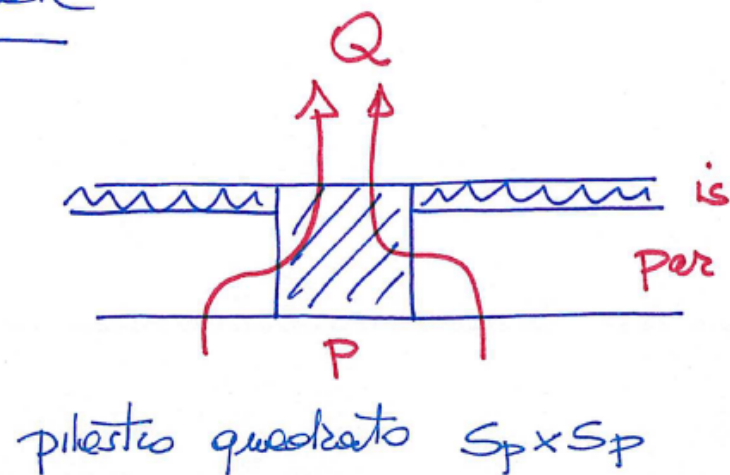


Figura 2.4 – Profilo di temperatura ricavato dal calcolo

1) Pilastro, calcolo manuale mododimensionale

16

$$\left\{ \begin{array}{ll} S_p = 0,5 \text{ m} & \lambda_p = 1,90 \text{ W/mK} \\ S_{par} = 0,5 \text{ m} & \lambda_{par} = 0,30 \text{ " } \\ S_{is} = 8 \text{ cm} & \lambda_{is} = 0,04 \text{ " } \\ R_i = 0,13 & \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} \\ R_e = 0,004 & \text{"} \end{array} \right. \quad \angle \text{ altezze parete}$$



$$R_{parete} = R_i + R_e + (S_{par} - S_{is}) / \lambda_{par} + S_{is} / \lambda_{is} = 3,57 \text{ m}^2 \text{K/W} \rightarrow U_{par} = 0,280 \text{ W/m}^2 \text{K}$$

$$R_{pilastro} = R_i + R_e + S_p / \lambda_p = 0,43 \text{ " } \rightarrow U_p = 2,309 \text{ "}$$

$$\psi = \frac{U_p \cdot S_p (\cancel{\epsilon_i - \epsilon_e}) \cancel{\text{K}} - U_{par} \cdot S_p (\cancel{\epsilon_i - \epsilon_e}) \cancel{\text{K}}}{(\epsilon_i - \epsilon_e) \cancel{\text{K}}} \quad (\text{semplificato})$$

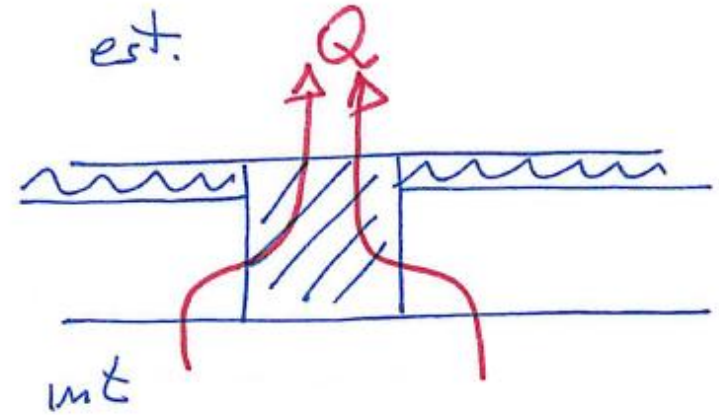
$$= S_p (U_p - U_{par}) = \boxed{1,014 \text{ W/mK}}$$

2) Abaco (parete com volume externo)
cfr Moodle

$$\psi = 0,595 - 0,0635 \frac{U_p}{U_{par}} + 2,231 S_p$$

|

$$= \boxed{1,287 \quad \text{W/mK}}$$

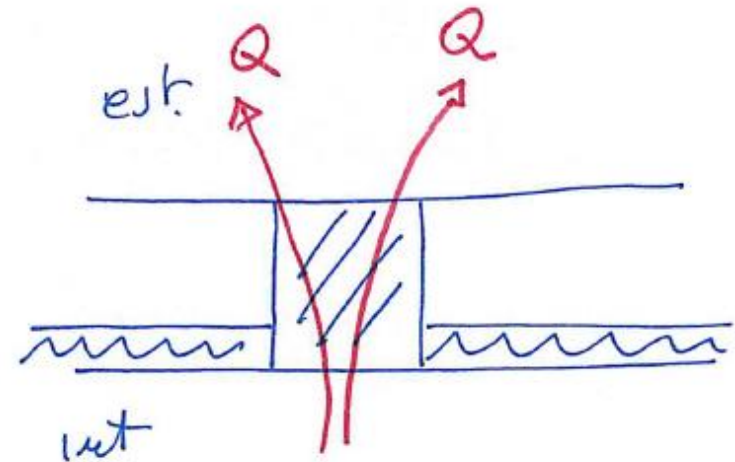


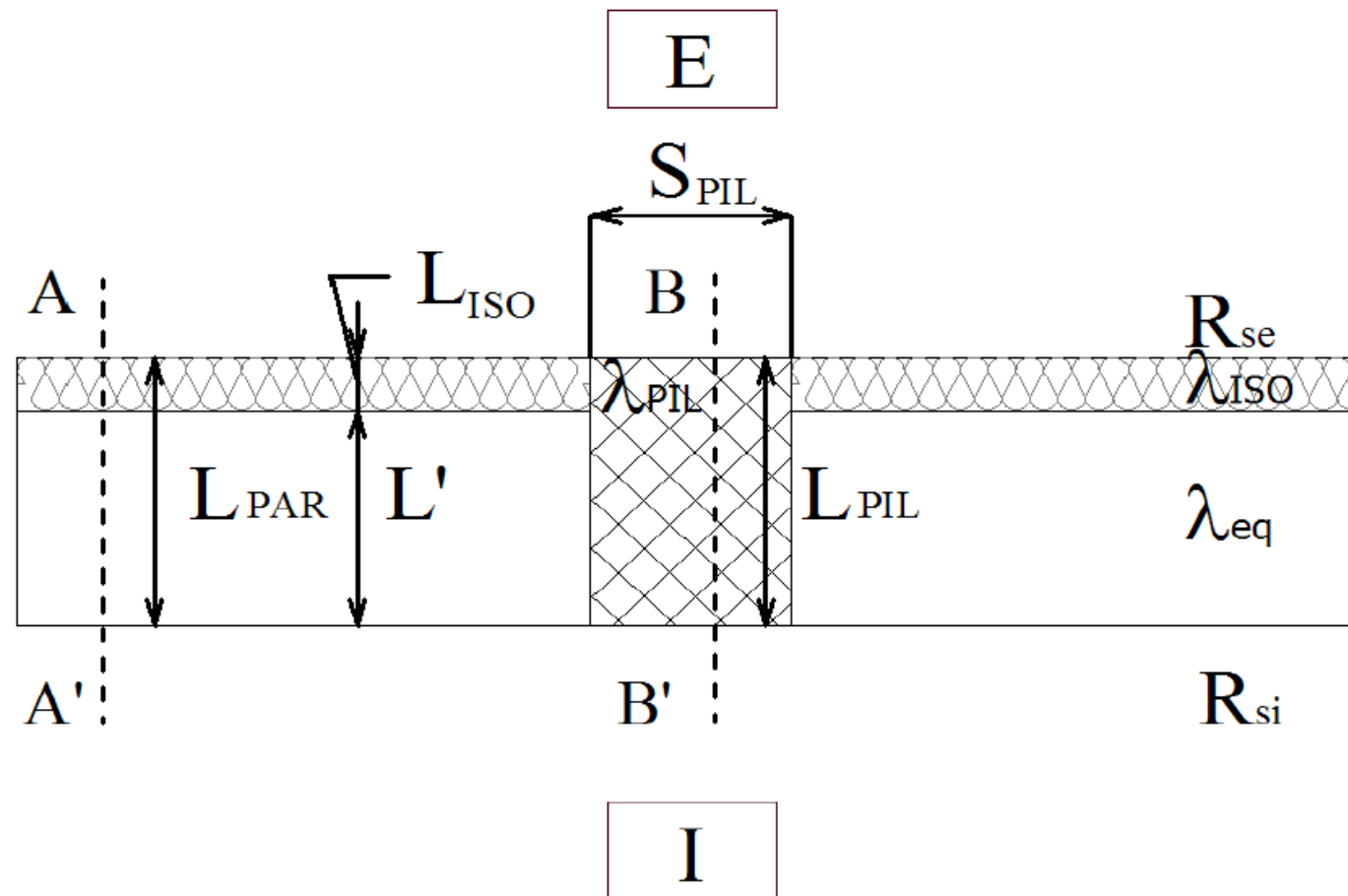
3) Abaco (parete com volume interno)

$$\psi = 0,455 - 0,047 \frac{U_p}{U_{par}} + 2,179 S_p$$

|

$$= \boxed{1,157 \quad \text{W/mK}}$$





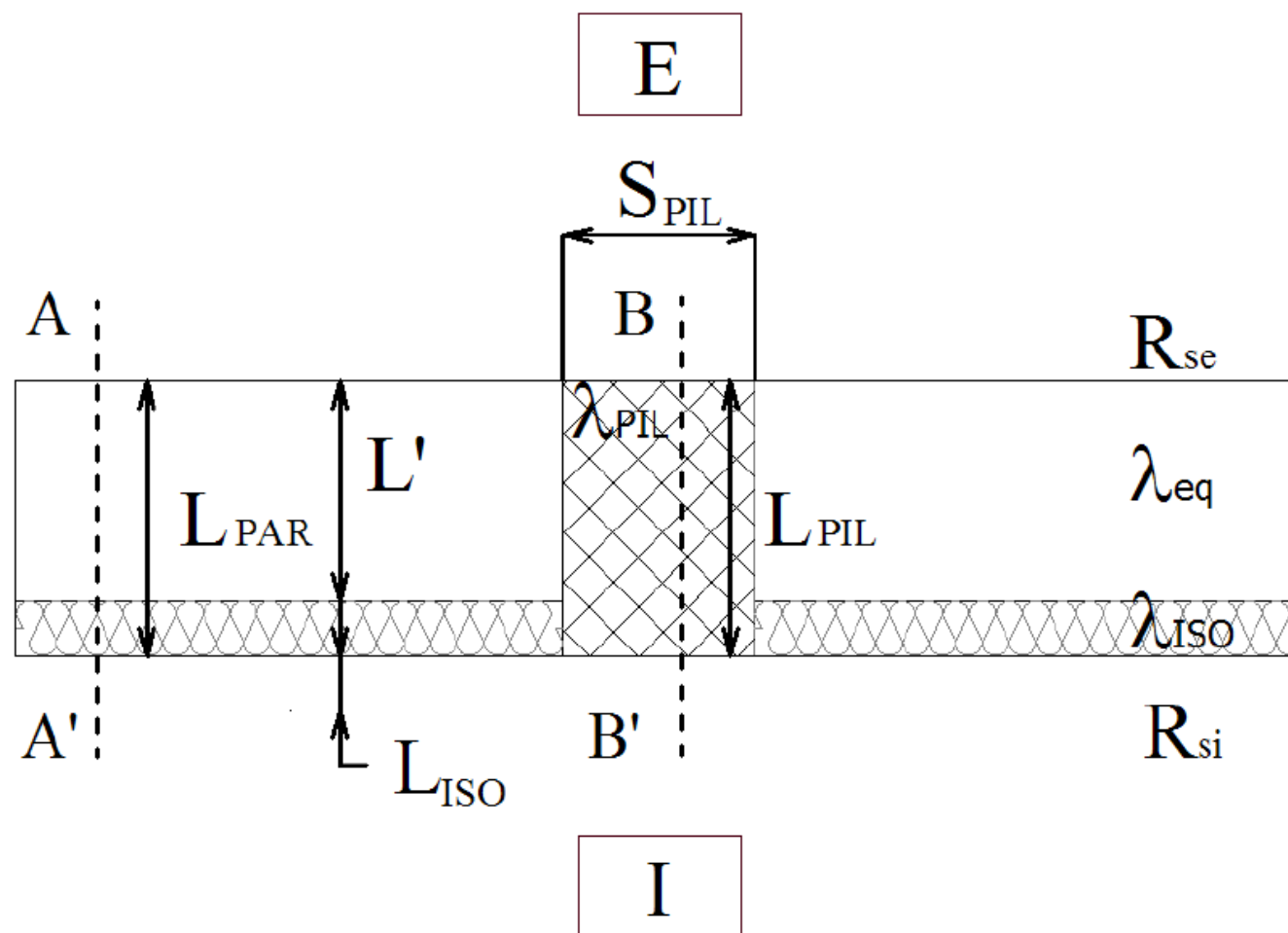
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE

Riferita alle dimensioni esterne

$$\psi_E = 0.695 - 0.0635 \cdot U^* + 2.231 \cdot S_{PIL} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$$

Riferita alle dimensioni interne

$$\psi_I = 0.695 - 0.0635 \cdot U^* + 2.231 \cdot S_{PIL} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$$



TRASMITTANZA TERMICA LINEARE

Riferita alle dimensioni esterne

$$\psi_E = 0.455 - 0.047 \cdot U^* + 2.179 \cdot S_{PIL} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$$

Riferita alle dimensioni interne

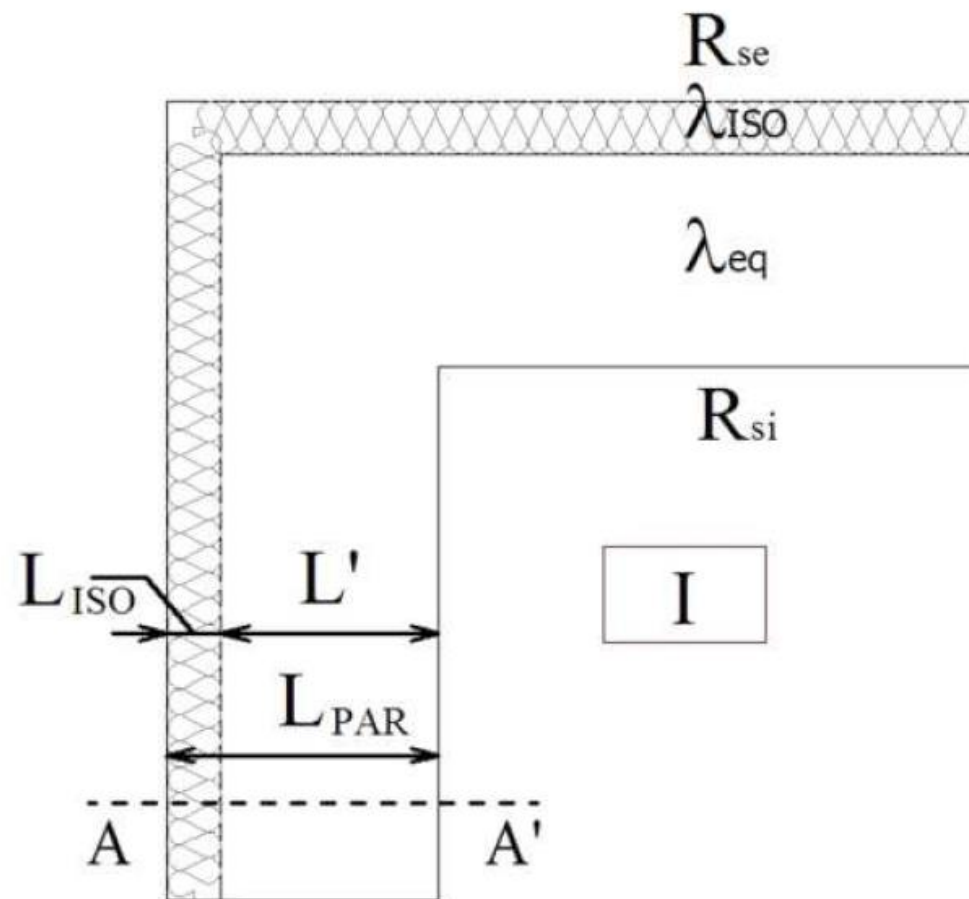
$$\psi_I = 0.455 - 0.047 \cdot U^* + 2.179 \cdot S_{PIL} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$$

La tabella seguente mostra la codifica assegnata agli archetipi individuati.

Archetipo	Codifica	Numero
Parete con pilastro	PIL	001-008
Angolo sporgente con e senza pilastro	ASP	001-011
Angolo rientrante con e senza pilastro	ARI	001-011
Parete verticale con solaio	SOL	001-007
Parete esterna con parete interna	PIN	001-004
Parete verticale con balcone	BAL	001-007
Parete verticale con copertura piana	COP	001-018
Parete esterna con serramento	SER	001-018
Compluvi di copertura	COM	001-003
Displuvi di copertura	DIS	001-003

Tabella 2.2: Codifica degli archetipi di ponte termico sviluppati nell’abaco

E



TRASMITTANZA TERMICA LINEARE

Riferita alle dimensioni esterne

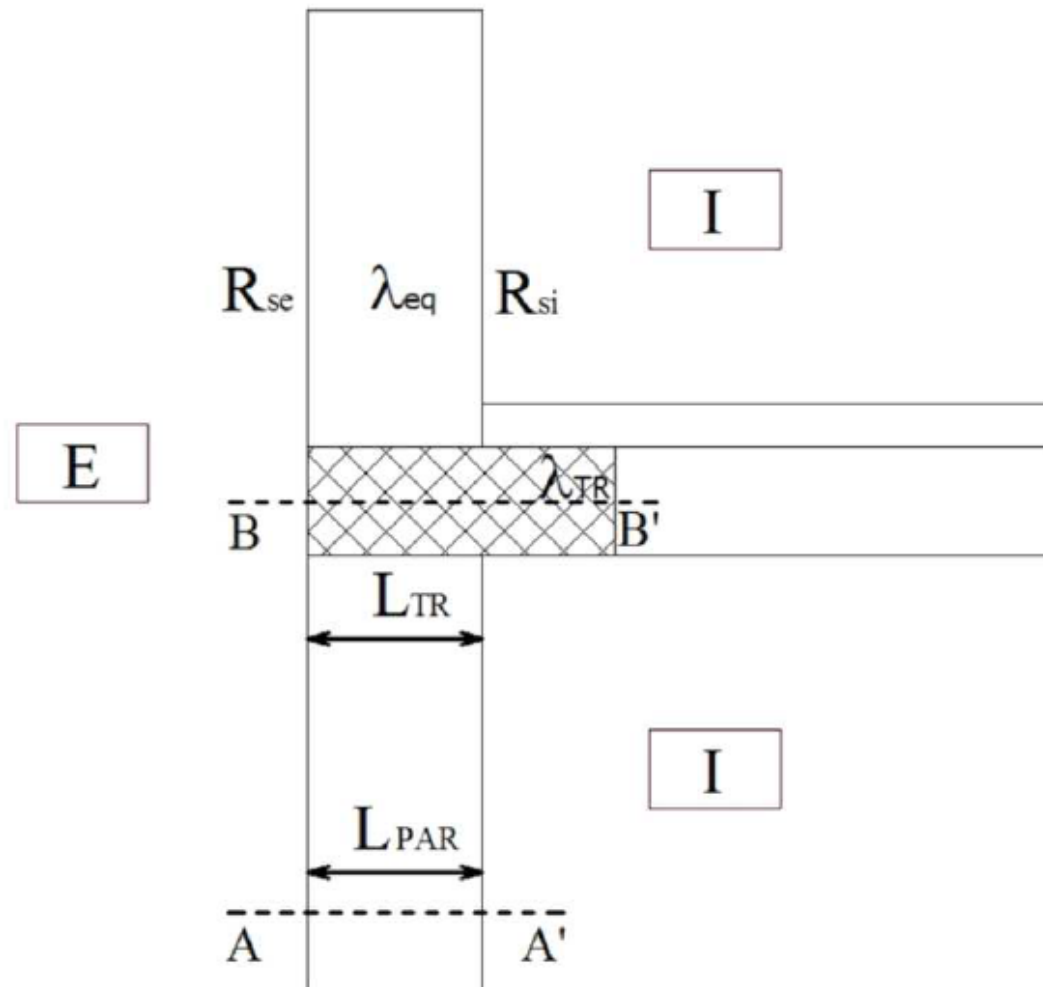
$$\psi_E = -0.090 - 0.157 \cdot U_{PAR} + 0.032 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$$

Riferita alle dimensioni interne

$$\psi_I = 0.047 + 0.092 \cdot U_{PAR} + 0.127 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$$

SOL.004**PARETE NON ISOLATA CON SOLAIO E TRAVE NON ISOLATA**

Ponte termico formato dalla giunzione di una parete esterna non isolata con un solaio, la cui trave non è isolata.

SEZIONE VERTICALE

Potenza termica per ventilazione di un locale

$$Q_v = n V \rho_{\text{aria}} c_{p,\text{aria}} (t_i - t_e)$$

n = numero di ricambi orari

l'uso di codici di calcolo opportuni semplifica enormemente la vita anche in considerazione del numero di calcoli da fare.

DESTINAZIONE D'USO DEI LOCALI	Ricambi d'aria n (vol. amb./ora)	Portate minime (l/s persona)
Edifici residenziali	0,5	7,5
Uffici	1,5÷2,5	10
Edifici commerciali	1÷2	8
Bar	2÷3	15
Ristoranti	1÷2	10
Alberghi	0,5÷1	8
Asili nido e scuole materne	2,5	8
Scuole elementari	2,5	8
Scuole medie inferiori	3,5	8
Scuole medie superiori	5	8
Università	5	8
Ospedali - degenze in genere	2	13
Ospedali - degenze bambini	3	13
Ospedali - reparti diagnostica	6	8
Ospedali - sale operatorie	15÷20	15
Teatri e cinematografi	-	8÷10

Tabella 3: Numero di ricambi orari consigliato

Categorie di edifici	Portata di aria esterna o di estrazione		Note
	Q_{op} (10 ⁻³ m ³ /s per persona)	Q_{es} (10 ⁻³ m ³ /s m ²)	
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SPORTIVA			
PISCINE, SAUNE E ASSIMILABILI			
- piscine (sala vasca)	-	2,5	C
• spogliatoi/servizi		estrazioni	A
- saune	-	2,5	C
PALESTRE E ASSIMILABILI			
- palazzetti sportivi	6,5*	-	-
- bowling	10	-	-
- palestre			
• campi gioco	16,5*	-	-
• zone spettatori	6,5*	-	-
- altri locali			
• spogliatoi/servizi atleti		estrazioni	A
• servizi pubblico		estrazioni	A
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SCOLASTICHE E ASSIMILABILI			
- asili nido e scuole materne	4	-	-
- aule scuole elementari	5	-	-
- aule scuole medie inferiori	6	-	-
- aule scuole medie superiori	7	-	-
- aule universitarie	7	-	-
• transiti, corridoi	-	-	-
• servizi		estrazioni	A
- altri locali:			
• biblioteche, sale lettura	6	-	-
• aule musica e lingue	7	-	-
• laboratori	7	-	-
• sale insegnanti	6	-	-

* Salvo le indicazioni di cui in 9.1.1.1.

** Per gli ambienti di questa categoria non è ammesso utilizzare aria di ricircolo.

Note: A - Ricambio richiesto nei servizi igienici;

- edifici adibiti a residenza e assimilabili 0,0011 vol/s (4 vol/h);

rinnovo $\dot{m}_R$, kg/s.

<i>Tipo di ambiente</i>	<i>Persone/100 m²</i>	<i>m³/h persona</i>	<i>L/s persona</i>
<i>Sale conferenza</i>	50	36	10
<i>Bar, cocktail lounges</i>	100	54 ⁽¹⁾	15 ⁽¹⁾
<i>Ristoranti</i>	70	36 ⁽¹⁾	10 ⁽¹⁾
<i>Camere d'albergo</i>		54 ⁽²⁾	15 ⁽²⁾
<i>Uffici</i>	7	36	10
<i>Caffetterie, fast food</i>	100	36	10
<i>Aule scolastiche</i>	50	29	8
<i>Librerie</i>	20	29	8
<i>Sale da fumo</i>	70	108 ⁽³⁾	30 ⁽³⁾
<i>Sale d'aspetto</i>	100	29 ⁽³⁾	8 ⁽³⁾
<i>Residenze</i>		⁽⁴⁾	⁽⁴⁾
<i>Grandi magazzini</i>			
<i>piano terra e cantina</i>	30	5,4 ⁽⁵⁾	1,5 ⁽⁵⁾
<i>piani superiori</i>	20	3,6 ⁽⁵⁾	1,0 ⁽⁵⁾
<i>salottini prova abiti</i>	-	3,6 ⁽⁵⁾	1,0 ⁽⁵⁾
<i>magazzini</i>	5	2,7 ⁽⁵⁾	0,75 ⁽⁵⁾
<i>Studi fotografici</i>	10	29	8
<i>Teatri - biglietterie</i>	60	36	10
<i>Teatri - atri</i>	150	36	10
<i>Teatri e sale spettacoli</i>	150	29	8
<i>Parrucchieri uomo</i>	25	29	8
<i>Parrucchieri donna</i>	25	47	13

- 1) Raccomandabile l'impiego di filtri ad alta efficienza
- 2) Valori riferiti alla camera e non agli occupanti
- 3) Raccomandabili estrazioni localizzate
- 4) 0,35 volumi ambiente/ora, ma non meno di 8 L/s (29 m³/h) per persona
- 5) Valori riferiti al metro quadro di superficie ambiente

Tabella 32 Portate raccomandate di aria esterna

Carichi termici complessivi dell'edificio

$$\dot{Q}_{scambiato} = \dot{Q}_{trasmesso} + \dot{Q}_{ponti\ termici} + \dot{Q}_{solare} + \dot{Q}_{ventilazione}$$