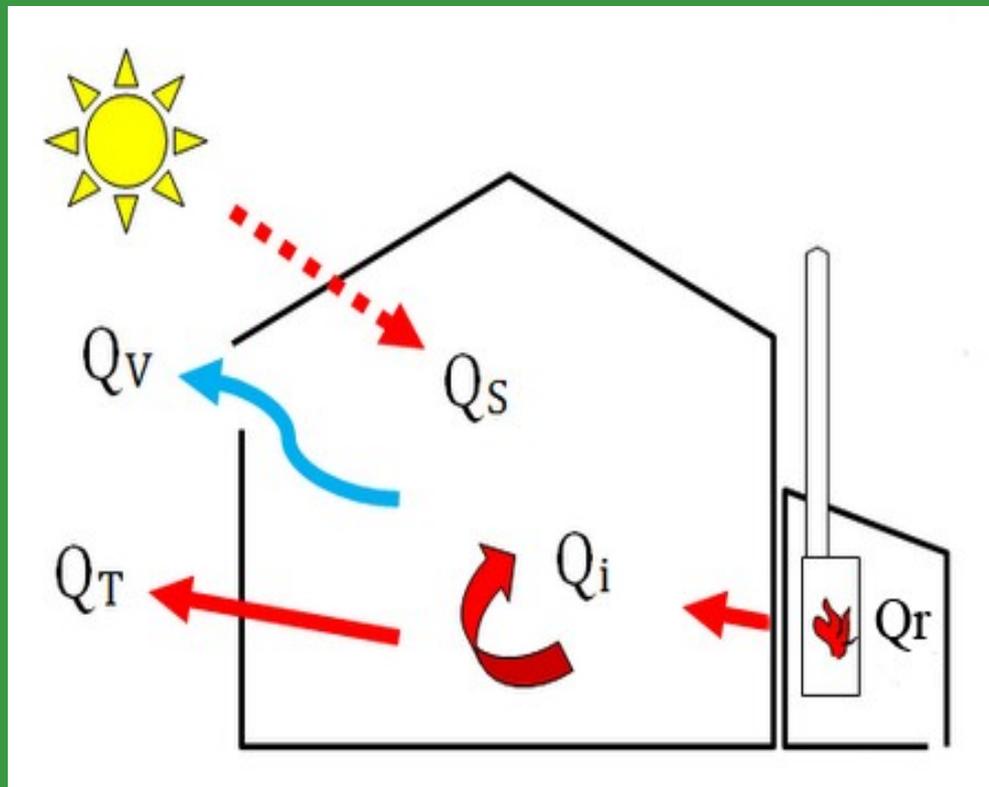


**LE SUPERFICI  
OPACHE  
ED I MATERIALI**

# LA TRASMISSIONE DEL CALORE NELLE SUPERFICI OPACHE

Abbiamo visto come nello studio delle dispersioni termiche dell'edificio una delle componenti essenziali da analizzare è la dispersione attraverso le superfici opache, cioè le pareti. ( $Q_T$ )



# LA TRASMISSIONE DEL CALORE NELLE SUPERFICI OPACHE

Abbiamo visto anche che nella formula semplificata della DM 20/06/09 la trasmissione del calore attraverso le superfici opache è chiamato coefficiente di scambio termico per trasmissione ed è rappresentato dalla formula:

$$\mathbf{H_T} = \sum^{n_1} \mathbf{S_i \cdot U_i \cdot b_{tr,i}} \quad [\mathbf{W/K}]$$

dove:

$S_i$  è la superficie ( $m^2$ )

$U_i$  è la trasmittanza termica della superficie ( $W/m^2K$ )

$b_{tr,i}$  coefficiente di correzione dello scambio termico

# RICHIAMI SULLA TRASMISSIONE DEL CALORE

Abbiamo visto come la trasmissione di calore avviene in generale quando due sistemi a temperatura diversa vengono posti in contatto. Nel caso del calore che passa attraverso un dato materiale abbiamo uno **scambio termico per conduzione**, cioè per

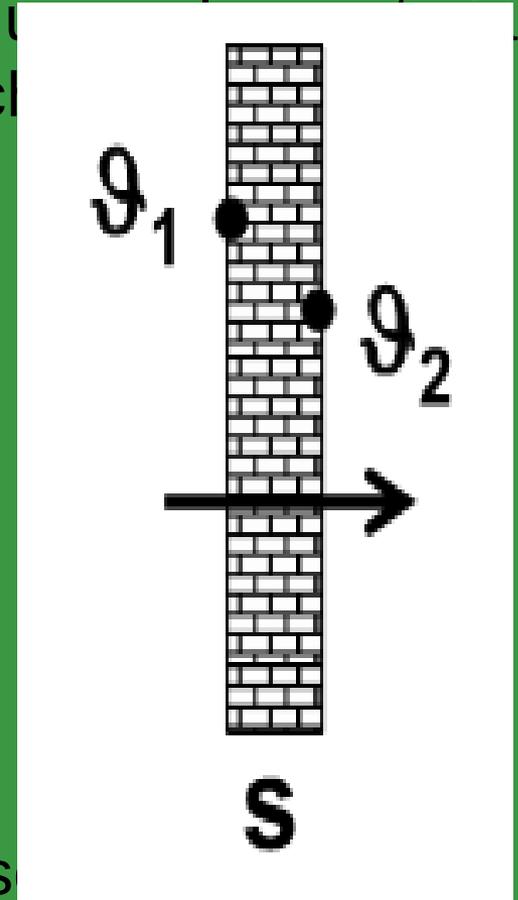
Lo scambio termico per conduzione viene definito dal **POSTULATO DI FOURIER**

$$\frac{\dot{Q}}{A} = \lambda \frac{(T_1 - T_2)}{s}$$

# RICHIAMI SULLA TRASMISSIONE DEL CALORE

Se prendiamo in esame quindi una parete (di una data grandezza) composta ad esempio da un materiale (o più) di spessore) avremo che

$$\frac{\dot{Q}}{A} = \lambda \frac{(T_1 - T_2)}{s}$$



$Q$  è la quantità di calore che fluisce attraverso  
Il materiale e quindi attraverso la parete (W)

# LA CONDUCIBILITA' TERMICA

La conducibilità o conduttività termica è una proprietà del materiale e rappresenta la potenza termica che passa attraverso una porzione unitaria di materiale e con un gradiente di temperatura unitario

$$\lambda = \frac{Q}{A(\theta_1 - \theta_2) \cdot s}$$

Dove:

Q è l'energia termica (W)

A è l'area della sezione (mq)

$\theta_1$  e  $\theta_2$  sono la differenza di temperatura del sistema (°C o K)

S è lo spessore del materiale (m)

La sua unità di misura è [Kcal/mq°C o W/mqK]

# LA CONDUCIBILTA' TERMICA

Materiale	$\lambda = \text{Kcal/mq}^\circ\text{C}$		
Acciaio al 5% Ni	25	Intonaco a calce	0.7
Acciaio al 30% Ni	9	Lana	0.041
Alluminio	178	Lana minerale	0.03
Argilla secca	0.8	Legno di abete e pino	0.11 ÷ 0.14
Aria secca	0.021	Legno di quercia	0.18
Asfalto	0.55	Linoleum	0.16
Calcestruzzo secco	0.7	Marmo	20
Calcestruzzo umido	1.2	Mattoni pieni asciutti	0.4 ÷ 0.6
Cartone	0.12 ÷ 0.25	Mattoni forati asciutti	0.3 ÷ 0.7
Caucciù	0.1 ÷ 0.2	Muratura in pietra	1.2 ÷ 2.5
Cemento in pasta	0.8	Pietra calcarea compatta	0.6
Cellulosa compressa	0.21	Polistirolo espanso	0.026 ÷ 0.028
Ferro	70	Porcellana	0.7 ÷ 0.9
Fibra di vetro	0.028	Sabbia asciutta	0.28
Gesso	0.34	Sabbia umida	1 ÷ 1.5
		Sughero espanso	0.035
		Vetro comune	0.4 ÷ 0.8

# LA RESISTENZA TERMICA

Opposto alla conducibilità ogni materiale ha anche una propria resistenza termica, cioè la capacità di offrire una resistenza al passaggio del calore.

Questa varia in relazione diretta allo spessore del materiale ( $s$ ) ed in relazione inversa alla sua conducibilità termica ( $\lambda$ )

$$R = s/\lambda$$

Dove:

$s$  è lo spessore (m)

$\lambda$  è la conducibilità termica del materiale (W/mK)

La sua unità di misura è [mqK/W]

# LA TRASMITTANZA TERMICA

Opposta alla resistenza termica ogni materiale ha quindi una sua **Trasmittanza termica**, cioè il flusso di calore che, in condizioni stazionarie, passa attraverso uno strato di materiale in presenza di una differenza di temperatura tra le due facce opposte del materiale considerato.

$$U = 1/R$$

La Trasmittanza dipende quindi dalle caratteristiche del materiale ( $\lambda$ ), dalla sua porosità (densità) e dal suo contenuto igrometrico.

# LA TRASMITTANZA TERMICA DELLA PARETE

Tornando quindi alla parete vediamo che essa, essendo composta da vari materiali stratificati che sono in contatto tra di loro, avrà un valore di trasmittanza termica pari alla sommatoria di tutte le trasmittanze dei vari materiali da cui è composta moltiplicato per un coefficiente di correzione.

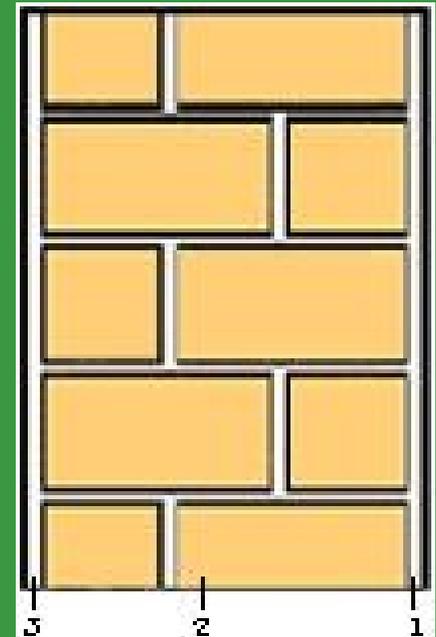
La **trasmittanza termica o conduttività della parete** sarà quindi il flusso di calore che passa attraverso di essa per metro quadro di superficie e per grado K di differenza tra la temperatura interna del locale delimitato dalla parete e la temperatura esterna o del locale attiguo.

$$U = \frac{Q}{A (T_{i1} - T_{e2})}$$

# ESEMPI DI TRASMITTANZA TERMICA DELLA PARETE

## ESEMPIO 1: muratura in mattoni pieni

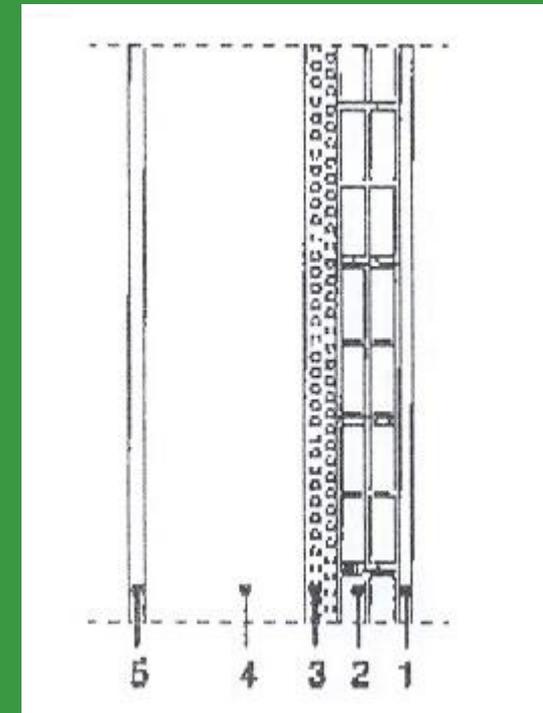
MATERIALE	MASSA (Kg/mc)	CONDUTTIVITA' (w/mqK)
Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70
Muro in mattoni pieni	1800	0,72
Intonaco esterno	1800	0,90



# ESEMPI DI TRASMITTANZA TERMICA DELLA PARETE

## ESEMPIO 3: muratura in blocchi di cemento

MATERIALE	MASSA (Kg/mc)	CONDUTTIVITA' (w/mqK)
Intonaco interno (a base di calce)	1600-1800	0,90
Muro in laterizio spessore cm 8	1800	0,30
Intercapedine d'aria o polistirolo	-	-
Muro in blocchi di cemento spessore cm 20	1400	50
Intonaco esterno	1800	90



# ESEMPI DI TRASMITTANZA TERMICA DELLA PARETE

Prospetto A.1 delle UNITS 113300

Trasmittanza termica delle chiusure verticali opache [W/(m<sup>2</sup>K)]

spessore	Muratura in pietra	Muratura in mattoni pieni	Muratura in tufo	Pannello in cls	Parete a cassa vuota
0,15	-	2,59	2,19	3,59	-
0,20	-	2,28	1,96	3,28	-
0,25	-	2,01	1,76	3,02	1,20
0,30	2,99	1,77	1,57	2,80	1,15
0,35	2,76	1,56	1,41	2,61	1,10
0,40	2,57	1,39	1,26	2,44	1,10
0,45	2,40	1,25	1,14	-	1,10
0,50	2,25	1,14	1,04	-	1,10
0,55	2,11	1,07	0,96	-	-
0,60	2,00	1,04	0,90	-	-