



FACOLTÀ DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA



Laurea in Architettura

DICAAR

LABORATORIO INTEGRATO DI PROGETTAZIONE TECNOLOGICA A.A. 2019-2020

modulo: **Termofisica dell'edificio**

**Il fabbisogno energetico – UNI TS 11300:1
Trasmissione
Slide 1-42**

Docente: ROBERTO RICCIU



Fabbisogno di energia primaria (degli impianti)

1. UNI TS 11300: il bilancio energetico

A. Perdite per trasmissione e ventilazione dagli spazi riscaldati verso l'esterno

B. Scambi termici per trasmissione e ventilazione verso zone adiacenti

C. Apporti interni

D. Apporti di energia solare

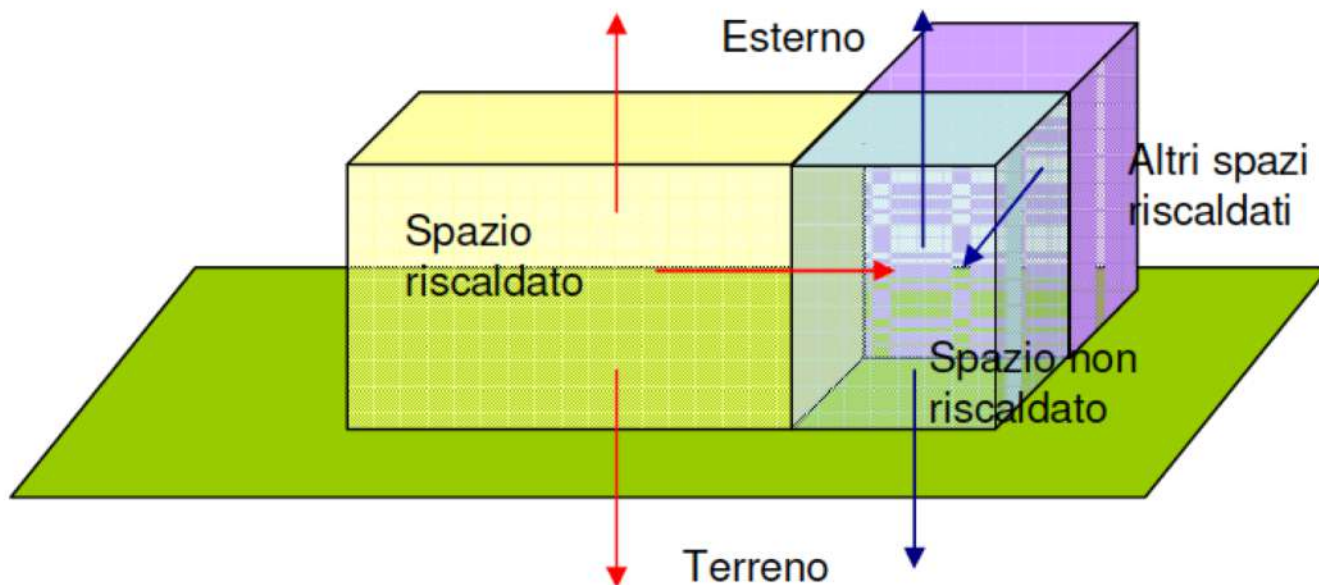
E. Perdite (degli impianti) nella produzione distribuzione emissione e regolazione

2. Le perdite per trasmissione

UNI TS 11300-1: il bilancio energetico

Fabbisogno di energia primaria (degli impianti)

- A. Perdite per trasmissione e ventilazione dagli spazi riscaldati verso l'esterno
- B. Scambi termici per trasmissione e ventilazione verso zone adiacenti



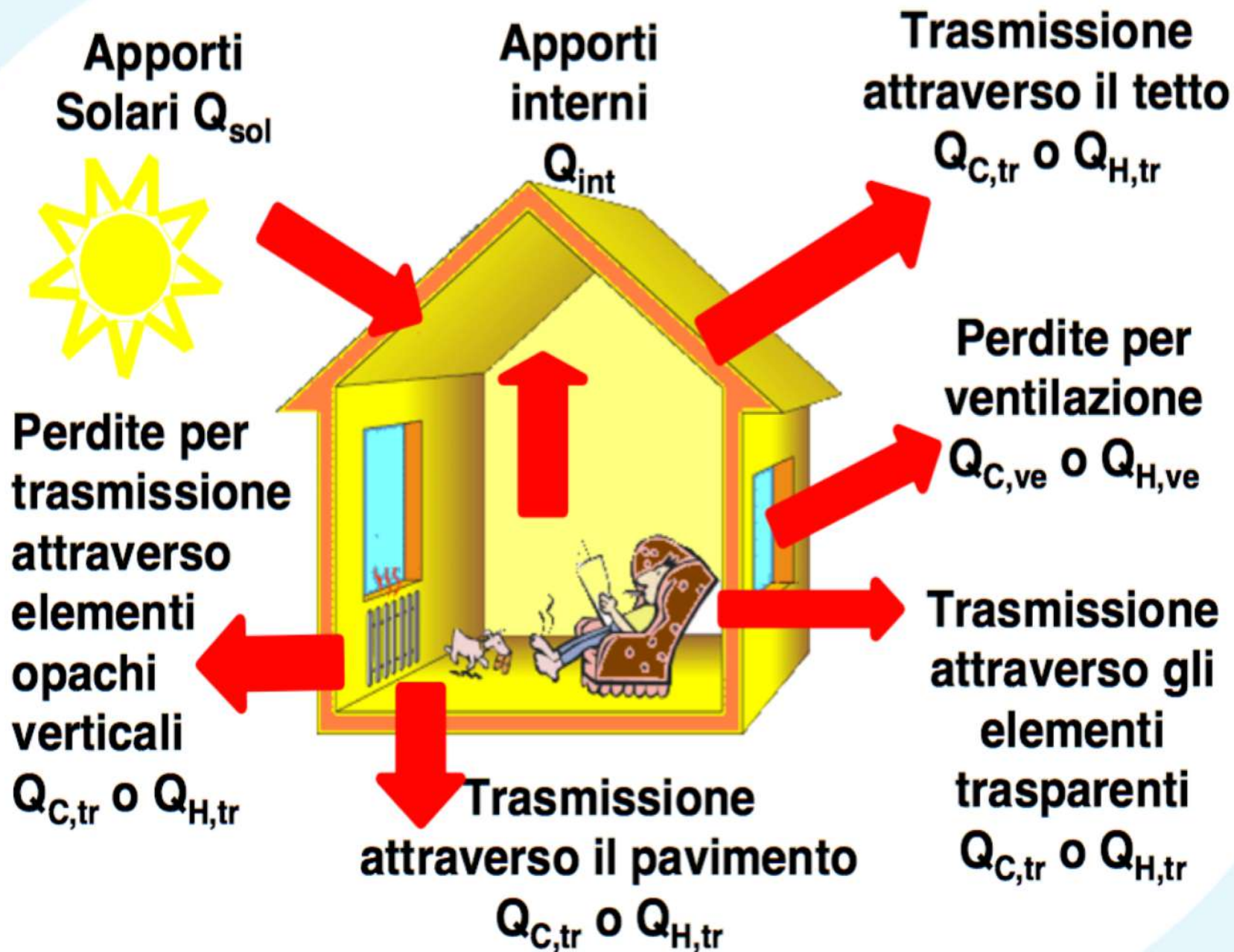
Fabbisogno di energia primaria (degli impianti)

C. Apporti interni

D. Apporti di energia solare

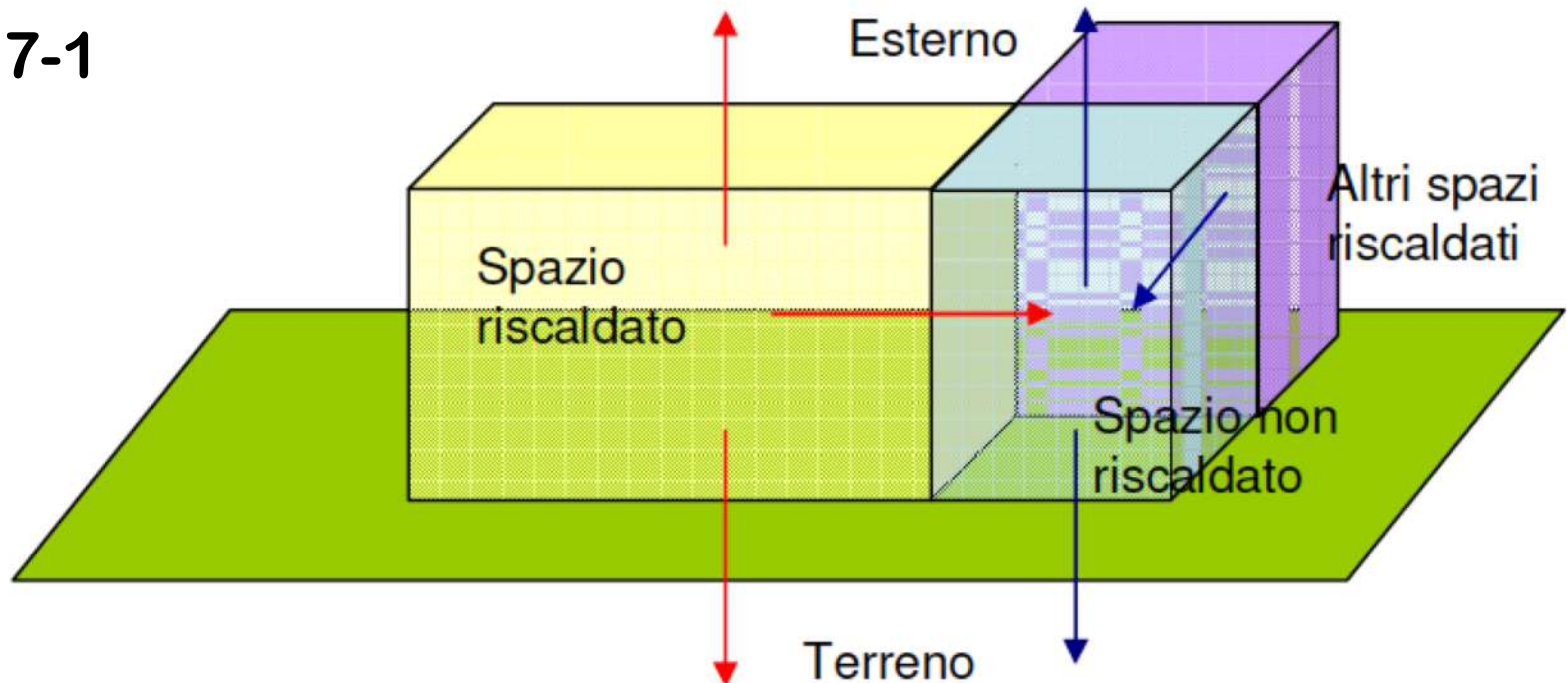
E. Perdite (degli impianti) nella produzione distribuzione emissione e regolazione

UNI TS 11300-1: il bilancio energetico



Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

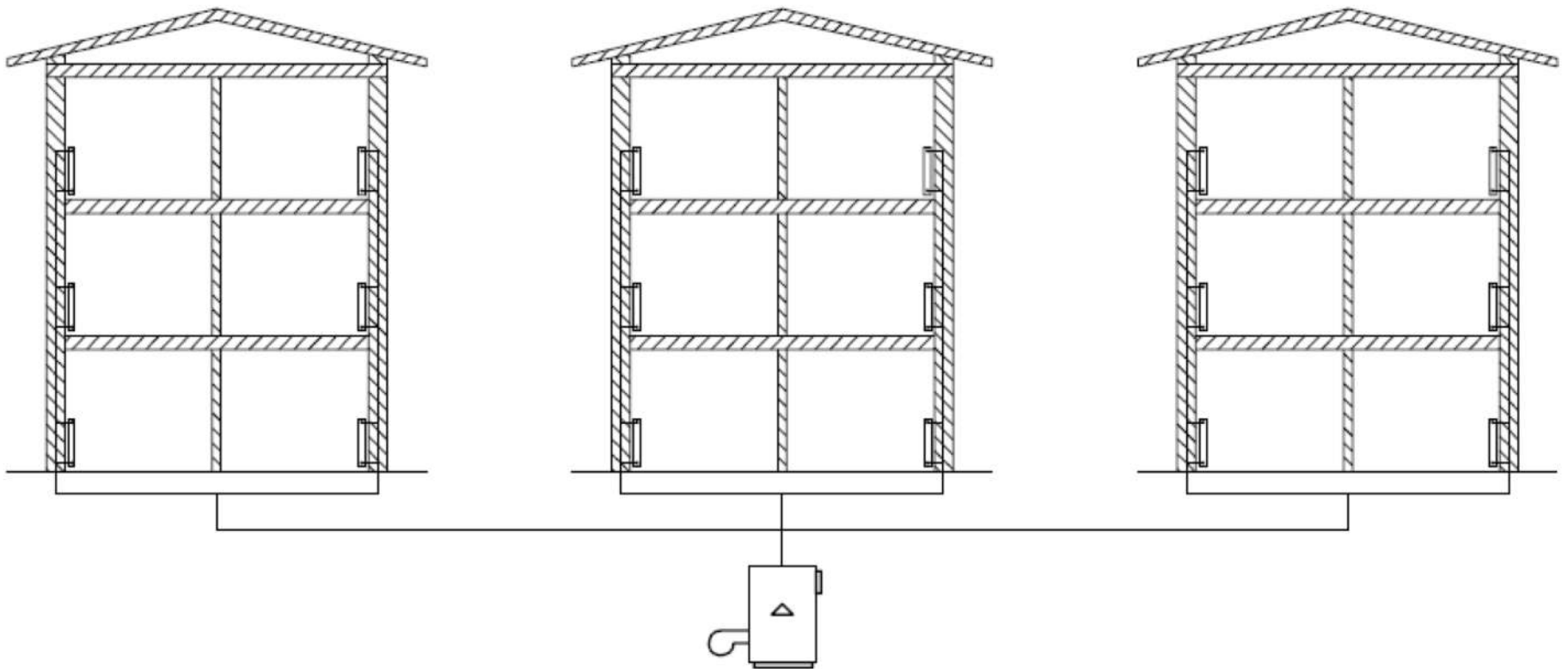
- Confini della zona riscaldata
- Zone omogenee
- Dati climatici: UNI 10349
- Calcolo: su base mensile
- Evoluzione verso calcolo orario: UNI EN ISO 52016-1 e 52017-1

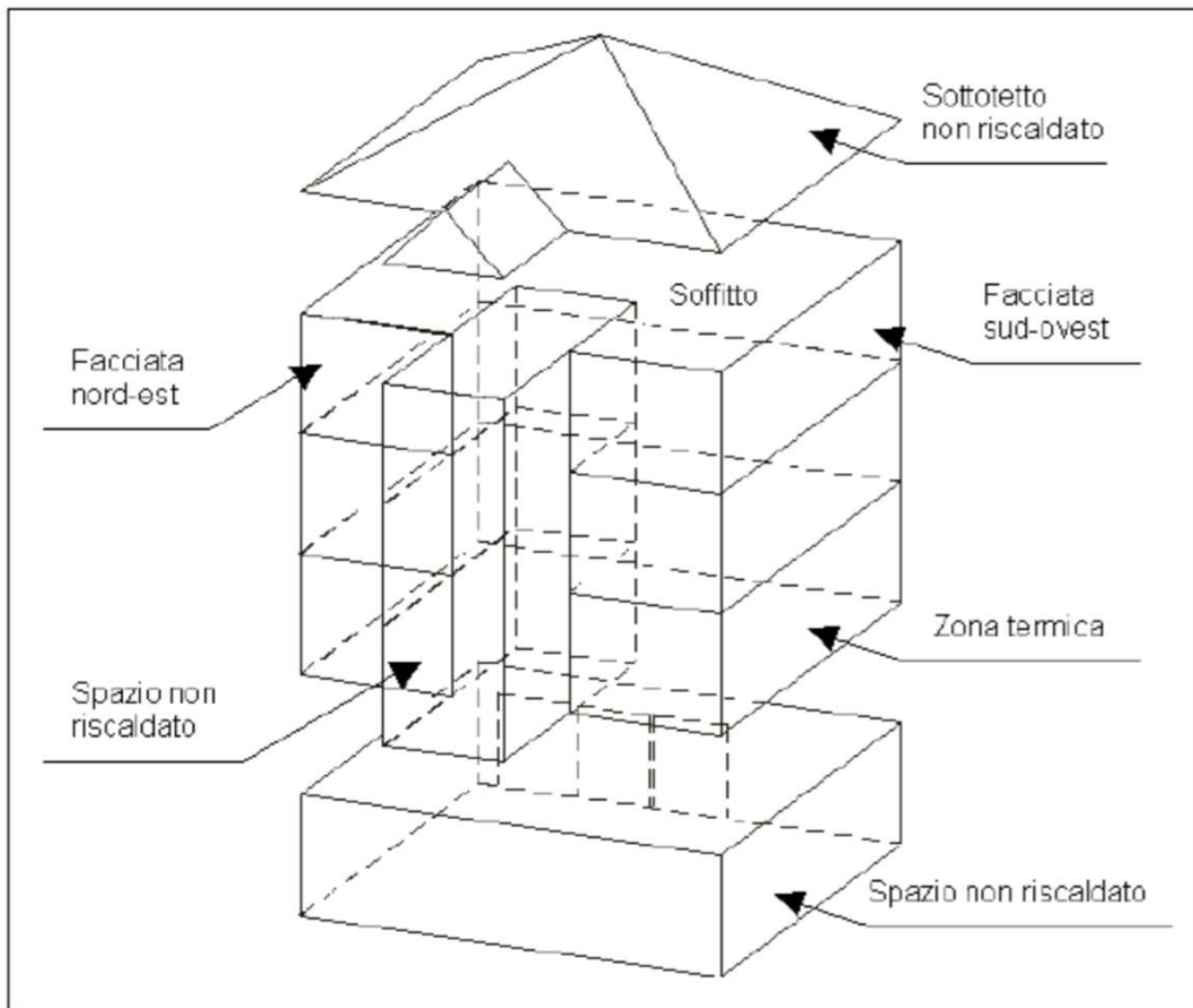


Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

Possibili zonizzazioni termiche

Sistema edificio-impianto costituito da più edifici serviti da un'unica centrale termica





Esempio di individuazione delle zone termiche, degli spazi non riscaldati e delle facciate.

Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

Facciate

Per ogni facciata si compilino le seguenti tabelle:

Facciata n. _____

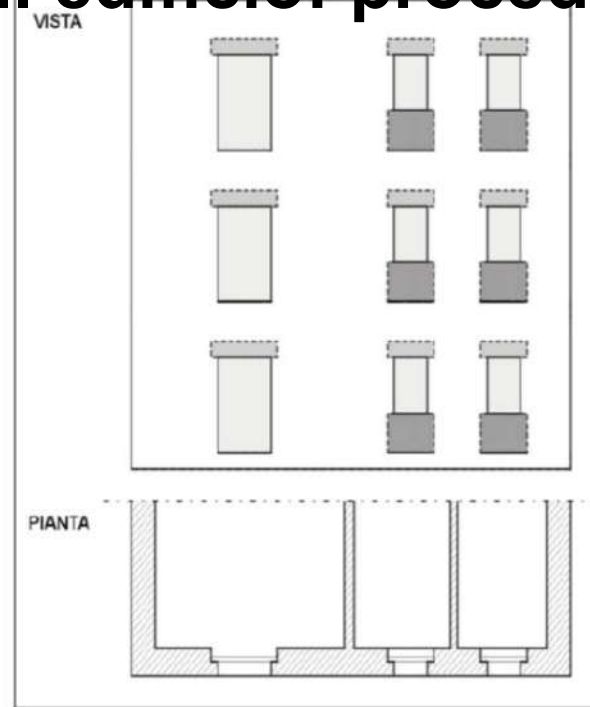
Orientamento della facciata _____

Dimensioni della facciata _____

Sigla identificativa del componente	Tipo di componente (*)	Area [m ²]	F _s (solo per infissi)

(*) Parete perimetrale verticale, infisso esterno verticale, sottofinestra, cassonetto, ...

Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo



Esempio di suddivisione di una facciata in superfici tra loro omogenee.

Chiusure superiori

Per ogni insieme di chiusure superiori si compilino le seguenti tabelle.

Chiusura superiore n. _____

Orientamento della chiusura superiore _____

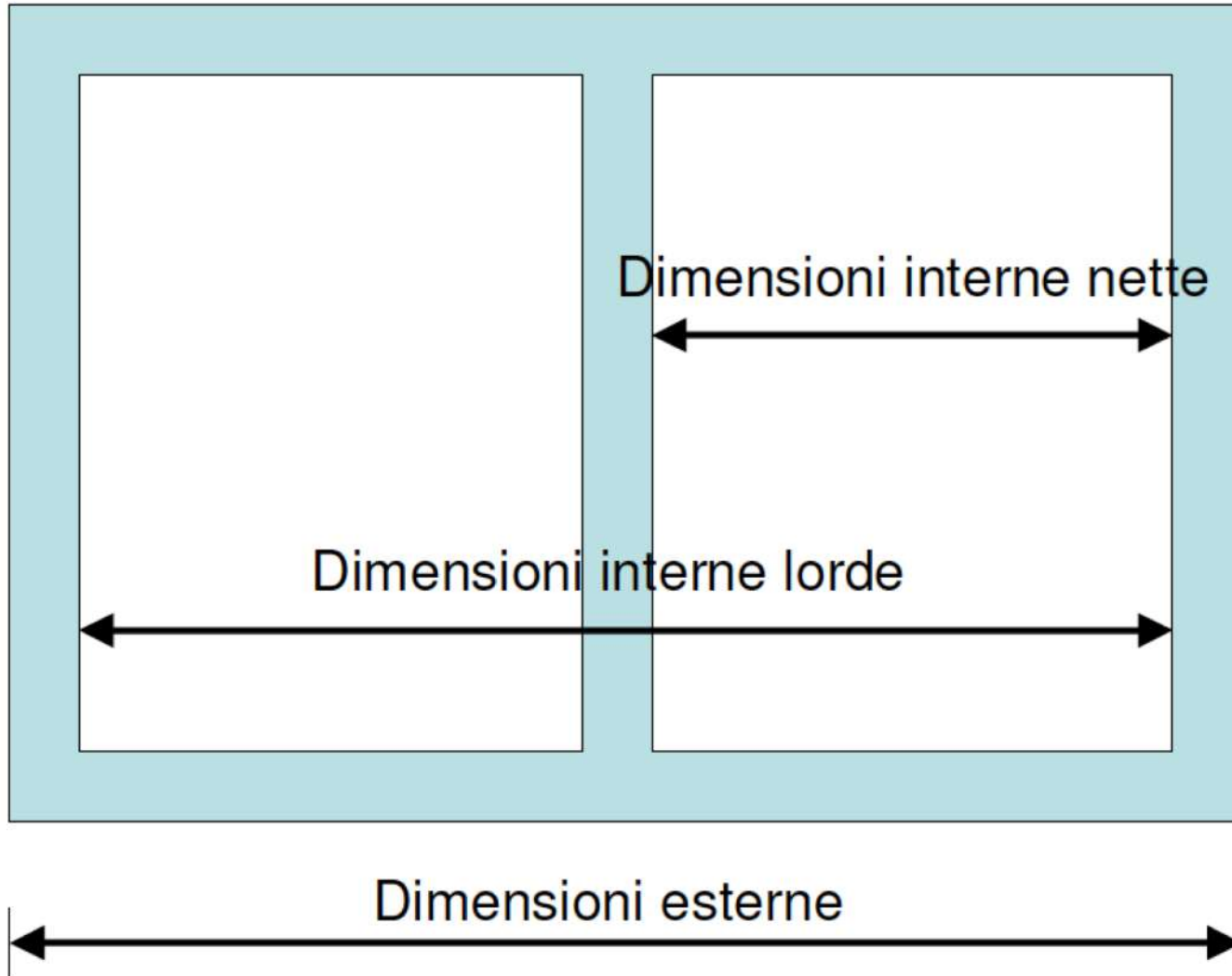
Dimensioni della chiusura superiore _____

Sigla identificativa del componente	Tipo di componente (**)	Area [m ²]	F _S (solo per infissi)

Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio

- il **volume interno** (o netto) dell'ambiente climatizzato (V);
- **superficie lorda** dell'ambiente climatizzato (S_1);
- la **superficie utile** (o netta calpestabile) dell'ambiente climatizzato (A_f);
- le superfici di tutti i componenti dell'involucro e della struttura edilizia (A);

Dimensione generica dell'edificio e procedure di calcolo
Convenzione sulle dimensioni interne nette vanno inserite le dimensioni interne nette



Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio

- altezza netta per piano;
- numero di piani;
- le tipologie e le dimensioni dei ponti termici (I);
- gli orientamenti di tutti i componenti dell'involucro edilizio;
- le caratteristiche geometriche di tutti elementi esterni (altri edifici, aggetti, ecc.) che ombreggiano i componenti trasparenti dell'involucro edilizio.

Cagliari (CA)

NORD

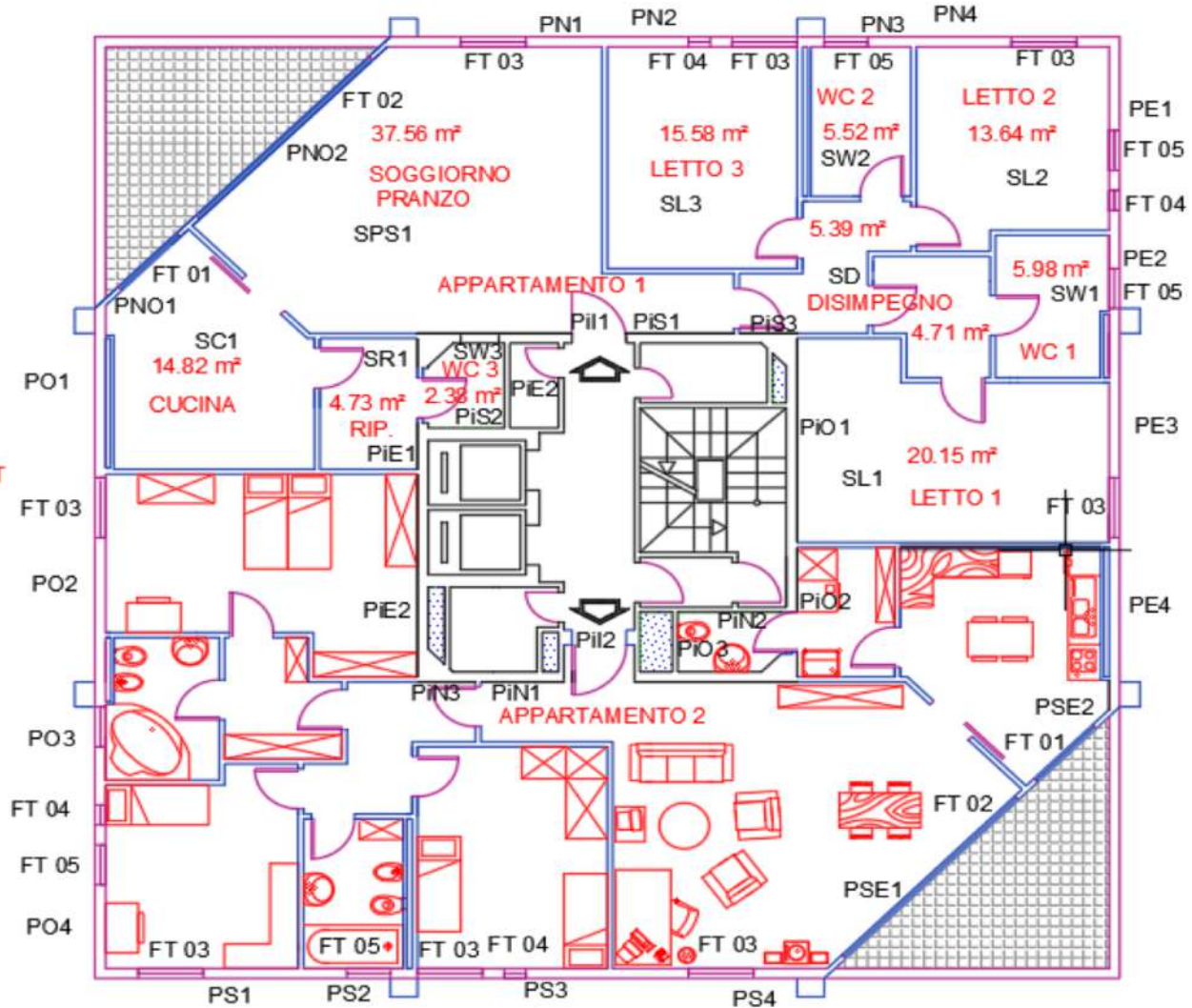
NORD

OVEST

OVEST

EST

EST



SUD

SUD

Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio

- le trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro edilizio (U);
- le capacità termiche areiche dei componenti della struttura dell'edificio (k);
- le trasmittanze di energia solare totale dei componenti trasparenti dell'involucro edilizio (g);
- i fattori di assorbimento solare delle facce esterne dei componenti opachi dell'involucro edilizio ($\alpha_{sol,c}$);

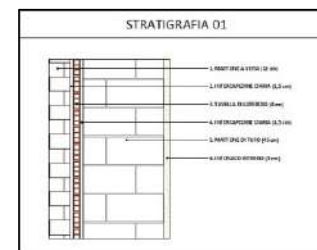
Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio

- le emissività delle facce esterne dei componenti dell'involucro edilizio (ε);
- i fattori di riduzione della trasmittanza di energia solare totale dei componenti trasparenti dell'involucro edilizio in presenza di schermature mobili (F_{sh});
- i fattori di riduzione dovuti al telaio dei componenti trasparenti dell'involucro edilizio ($1 - F_F$);
- i coefficienti di trasmissione lineare dei ponti termici (ψ).

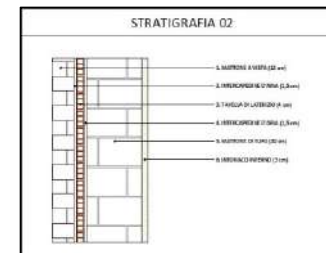
Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

ALLEGATO	Calcolo semplificato del fabbisogno di un edificio		UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI	Docenti:	Studenti:
2 Foglio 1	STRATIGRAFIE		Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale ed Architettura LABORATORIO INTEGR. DI PROG. TECNOLOGICA a.a. 2017/2018		

STRATIGRAFIA 01						
PARETI ESTERNE / Piano Terra	Materiale		Spessore	Conducibilità	Resistenza	Rif.normativo
	(stratigrafia dall'esterno verso l'interno)		s	λ	R	-
			[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	
	Mattoni di laterizio	1	0,120	-	0,15	UNI 10355
	Camera d'aria	2	0,015	-	0,17	UNI 6946
	Tavella di laterizio	3	0,040	-	0,11	UNI 10355
	Camera d'aria	4	0,015	-	0,17	UNI 6946
	Blocco di tufo	5	0,450	0,63	0,71	UNI 7347-54
Intonaco interno	6	0,030	0,70	0,04	UNI 10351	
Resistenza sup. esterna	R _{se}	-	-	0,04	UNI 6946	
Resistenza sup. interna	R _{si}	-	-	0,13	UNI 6946	
				Resistenza totale	R_{TOT}	1,53 [m ² ·K/W]
				Trasmittanza totale	U_{TOT}	0,65 [W/m ² ·K]



STRATIGRAFIA 02						
PARETI ESTERNE / Piano Primo	Materiale		Spessore	Conducibilità	Resistenza	Rif.normativo
	(stratigrafia dall'esterno verso l'interno)		s	λ	R	-
			[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	
	Mattoni di laterizio	1	0,120	-	0,15	UNI 10355
	Camera d'aria	2	0,015	-	0,17	UNI 6946
	Tavella di laterizio	3	0,040	-	0,11	UNI 10355
	Camera d'aria	4	0,015	-	0,17	UNI 6946
	Blocco di tufo	5	0,300	0,63	0,48	UNI 7347-54
Intonaco interno	6	0,030	0,70	0,04	UNI 10351	
Resistenza sup. esterna	R _{se}	-	-	0,04	UNI 6946	
Resistenza sup. interna	R _{si}	-	-	0,13	UNI 6946	
				Resistenza totale	R_{TOT}	1,29 [m ² ·K/W]
				Trasmittanza totale	U_{TOT}	0,78 [W/m ² ·K]



TEMPERATURA INTERNA Valutazione di progetto o standard Climatizzazione invernale

1. Per tutte le categorie di edifici ad esclusione delle categorie E.6(1), E.6(2) e E.8, si assume una temperatura interna costante pari a 20°C .
2. Per gli edifici di categoria E.6(1) si assume una temperatura interna costante pari a 28°C .
3. Per gli edifici di categoria E.6(2) e E.8 si assume una temperatura interna costante pari a 18°C .

TEMPERATURA INTERNA Valutazione di progetto o standard Climatizzazione invernale

Per gli edifici confinanti, in condizioni standard di calcolo, si assume:

- temperatura pari a 20° C per edifici confinanti riscaldati e appartamenti vicini normalmente abitati;
- temperatura conforme alla UNI EN 12831 per appartamenti confinanti in edifici che non sono normalmente abitati (per esempio case vacanze);
- temperatura conforme all'appendice A della UNI EN ISO 13789:2008, per edifici o ambienti confinanti non riscaldati (magazzini, autorimesse, scantinati, vano scale, ecc.).

Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

DURATA DELLA STAGIONE DI RISCALDAMENTO

Il calcolo del fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento, ai fini dell'attestazione del fabbisogno di energia primaria va eseguito limitatamente al solo periodo di riscaldamento (stagione di riscaldamento)

Durata della stagione di riscaldamento in funzione della zona climatica

Zona climatica	Inizio	Fine
A	1° dicembre	15 marzo
B	1° dicembre	31 marzo
C	15 novembre	31 marzo
D	1° novembre	15 aprile
E	15 ottobre	15 aprile
F	5 ottobre	22 aprile

Fabbisogno di Energia primaria per riscaldamento Q (1/2)

$$Q = Q_H + Q_{th} - Q_r$$

- Q fabbisogno energetico per il riscaldamento dell'edificio
- Q_H calore necessario per il riscaldamento degli spazi
- Q_{th} perdite totali del sistema di riscaldamento
- Q_r calore recuperato (sistemi ausiliari /imp. risc.)

Fabbisogno di Energia primaria per riscaldamento Q (2/2)

Attualmente viene effettuato utilizzando:

- **norme UNI/TS 11300** (impianto riscaldamento e acqua calda sanitaria)
- **norme europee UNI EN 15316 x.x**

Fabbisogno di Energia termica Q_H

$$Q_H = Q_L - \eta Q_g$$

- Q_H calore necessario per il riscaldamento degli spazi
- Q_L dispersioni termiche complessive
- Q_g apporti di calore gratuiti totali
- η fattore di utilizzazione degli apporti termici

Dispersioni termiche Q_L

$$Q_L = Q_T + Q_V$$

Q_L dispersioni termiche complessive

Q_T dispersioni termiche per trasmissione

Q_V dispersioni termiche per ventilazione

Apporti gratuiti Q_g

$$Q_g = Q_{int} + Q_{sol}$$

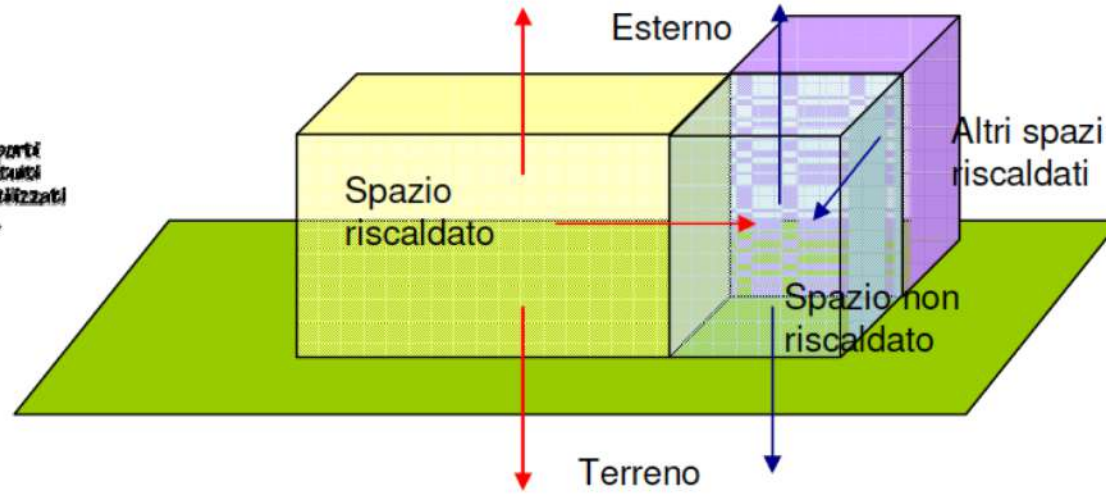
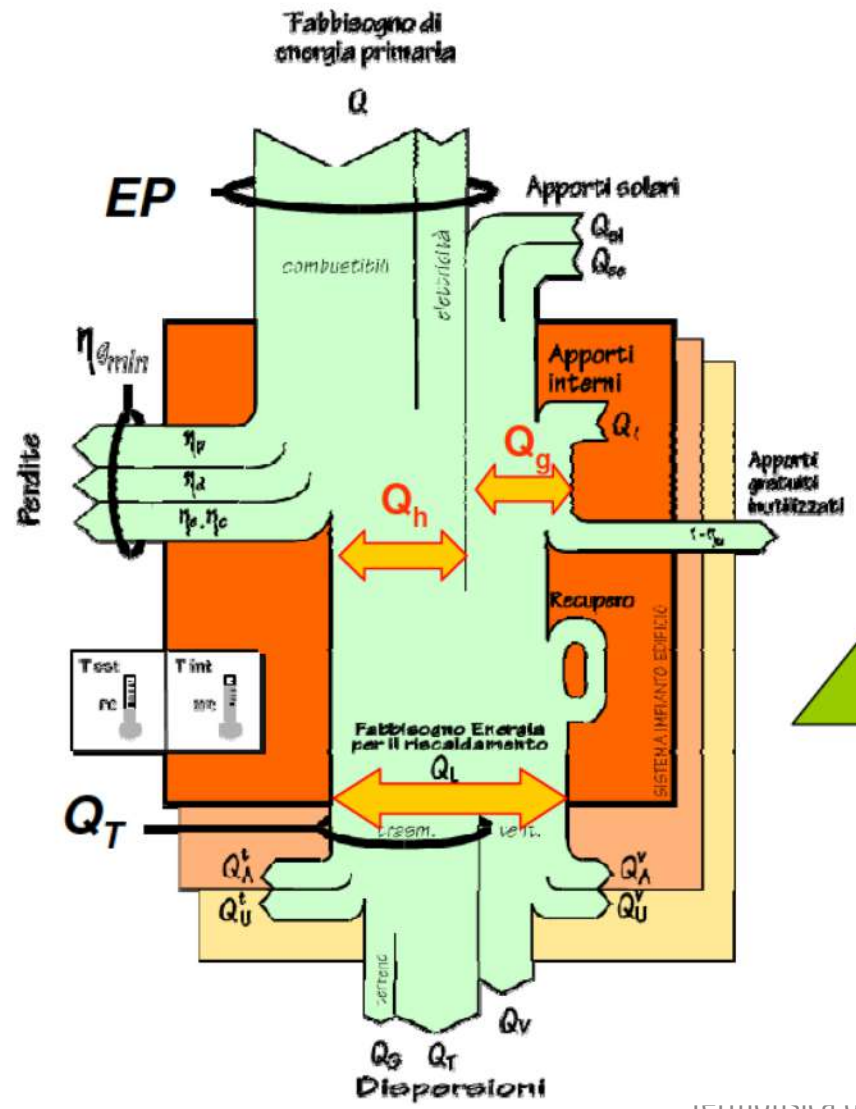
Q_g apporti di calore gratuiti totali

Q_{int} apporti di calore interni

Q_{sol} apporti solari

Fabbisogno energetico per riscaldamento Q_h :

$$Q_h = (Q_T + Q_V) - \eta_{G,H} (Q_{int} + Q_{sol})$$



Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

Energia scambiata per trasmissione e ventilazione

$$Q_{H,T} = [H_T (\theta_{\text{int, set}} - \theta_e)]t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r, mn,k} \right\} t$$

$$Q_{H,V} = [H_V (\theta_{\text{int, set}} - \theta_e)]t$$

H_T = coefficiente di trasmissione con l'ambiente a temperatura θ_e [W/K];

H_V = coefficiente di ventilazione con l'ambiente a temperatura θ_e [W/K];

$\theta_{\text{int, set}}$ = temperatura della zona termica o dell'edificio [°C];

θ_e = temperatura esterna [°C]

t = periodo [s]

$F_{r,k}$ = fattore di forma del componente edilizio k-esimo verso la volta celeste

$F_r = 0,5$ sup. verticale; = 1 tetto

Φ_r = extra flusso dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste [W]

Coefficiente di dispersione termica H

$$H = H_T + H_V$$

H coefficiente di dispersione termica dell'edificio [W/K]

H_T coefficiente di dispersione termica per trasmissione
calcolato secondo **UNI EN 13789** [W/K]

H_V coefficiente di dispersione termica per ventilazione [W/K]

Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

H_T = coefficiente di dispersione termica per trasmissione [W/K] è calcolato secondo UNI EN ISO 13789

$$H_T = H_D + H_g + H_U + H_A$$

H_D = coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso gli elementi edilizi di separazione tra spazio riscaldato e aria esterna

~~H_g = coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso il terreno secondo UNI EN ISO 13370~~

H_U = coefficiente di scambio termico attraverso spazi non riscaldati secondo UNI EN ISO 13789 o UNI EN ISO 6946

H_A = coefficiente di scambio termico verso altri ambienti climatizzati a temperatura diversa

Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

- calcolo delle dispersioni termiche attraverso

l'involucro esterno,

UNI EN ISO 13789

spazi non riscaldati,

UNI EN ISO 13789

terreno e altri spazi confinanti

UNI EN ISO 13370

- determinazione della trasmittanza termica:

metodo generale:

UNI EN ISO 6946

finestre e porte (semplif.):

EN ISO 10077-1

telaio (numerico):

EN ISO 10077-2

vetro:

UNI EN 673

~~- coefficienti lineici per i ponti termici~~

~~metodo dettagliato (3D):~~

~~UNI EN ISO 10211-1~~

~~metodo dettagliato (2D):~~

~~UNI EN ISO 10211-2~~

~~metodo semplificato:~~

~~UNI EN ISO 14683~~

Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

Calcolo della trasmittanza termica dell'involucro:

- determinazione delle resistenze interna ed esterna R_s UNI EN ISO 6946;
- conducibilità termica λ di strati omogenei:
 - valori dichiarati dei materiali EN ISO 10456
 - valori di sicurezza EN 12524
 - ~~per il terreno UNI EN ISO 13370~~
- resistenza termica di strati non omogenei: UNI EN ISO 6946
- resistenza di cavità in pareti opache: UNI EN ISO 6946
- resistenza di cavità in pareti trasparenti: EN ISO 10077-1

Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

UNI EN ISO 6946:

$$U = (\sum R_i)^{-1}$$

- Resistenza di strati omogenei
- Resistenze superficiali R_{si} e R_{se}

$$R_i = d/\lambda$$

prospetto 1

Resistenze termiche superficiali (in $m^2 \cdot K/W$)

	Direzione del flusso termico		
	Ascendente	Orizzontale	Discendente
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

Nota I valori del prospetto 1 sono valori di calcolo. Per la dichiarazione della trasmittanza termica di componenti e negli altri casi in cui sono richiesti valori indipendenti dal senso del flusso termico, si raccomanda di scegliere valori corrispondenti al flusso orizzontale.

UNI EN ISO 6946:

Intercapedini d'aria non ventilate

- 500 mm² per metro di lunghezza per le intercapedini d'aria verticali;
- 500 mm² per metro quadrato di superficie per intercapedini d'aria orizzontali

prospetto 2

Resistenza termica (in m² · K/W) di intercapedini d'aria non ventilate: superfici ad alta emissività

Spessore intercapedine d'aria mm	Senso del flusso termico		
	Ascendente	Orizzontale	Discendente
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

Nota - I valori intermedi possono essere ottenuti per interpolazione lineare.

Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

UNI EN ISO 6946:

Intercapedini d'aria debolmente ventilate (il SW interpola la tabella in base allo spessore; va indicata come “aria debolmente ventilata” nel tipo)

- > 500 mm² e <= 1500 mm² per metro di lunghezza per intercapedini verticali;
- > 500 mm² e <= 1500 mm² per metro quadrato di superficie per int. orizzontali

La resistenza termica utile di un'intercapedine d'aria debolmente ventilata è uguale alla metà del valore corrispondente del prospetto 2

Intercapedini d'aria ventilate (“aria ventilata” e omettere gli strati esterni)
Resistenza assunta pari all'aria immobile (lo fa il SW a seconda della geometria)

Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

Inserimento dei dati

ALLEGATO	Calcolo semplificato del fabbisogno di un edificio		UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI	Docenti:	Studenti:
2	STRATIGRAFIE		Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale ed Architettura		
Foglio 1			LABORATORIO INTEGR. DI PROG. TECNOLOGICA a.a. 2017/2018		

STRATIGRAFIA 01							
PARETI ESTERNE / Piano Terra	Materiale	Spessore	Conducibilità	Resistenza	Rif.normativo		
	(stratigrafia dall'esterno verso l'interno)		s	λ	R	-	
			[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]		
	Mattoni di laterizio	1	0,120	-	0,15	UNI 10355	
	Camera d'aria	2	0,015	-	0,17	UNI 6946	
	Tavella di laterizio	3	0,040	-	0,11	UNI 10355	
	Camera d'aria	4	0,015	-	0,17	UNI 6946	
	Blocco di tufo	5	0,450	0,63	0,71	UNI 7347-54	
Intonaco interno	6	0,030	0,70	0,04	UNI 10351		
Resistenza sup. esterna	R _{se}	-	-	0,04	UNI 6946		
Resistenza sup. interna	R _{si}	-	-	0,13	UNI 6946		
				Resistenza totale	R _{TOT}	1,53 [m ² ·K/W]	
				Trasmittanza totale	U _{TOT}	0,65 [W/m ² ·K]	

STRATIGRAFIA 02							
PARETI ESTERNE / Piano Primo	Materiale	Spessore	Conducibilità	Resistenza	Rif.normativo		
	(stratigrafia dall'esterno verso l'interno)		s	λ	R	-	
			[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]		
	Mattoni di laterizio	1	0,120	-	0,15	UNI 10355	
	Camera d'aria	2	0,015	-	0,17	UNI 6946	
	Tavella di laterizio	3	0,040	-	0,11	UNI 10355	
	Camera d'aria	4	0,015	-	0,17	UNI 6946	
	Blocco di tufo	5	0,300	0,63	0,48	UNI 7347-54	
Intonaco interno	6	0,030	0,70	0,04	UNI 10351		
Resistenza sup. esterna	R _{se}	-	-	0,04	UNI 6946		
Resistenza sup. interna	R _{si}	-	-	0,13	UNI 6946		
				Resistenza totale	R _{TOT}	1,29 [m ² ·K/W]	
				Trasmittanza totale	U _{TOT}	0,78 [W/m ² ·K]	

Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

UNI EN ISO 10077-1:

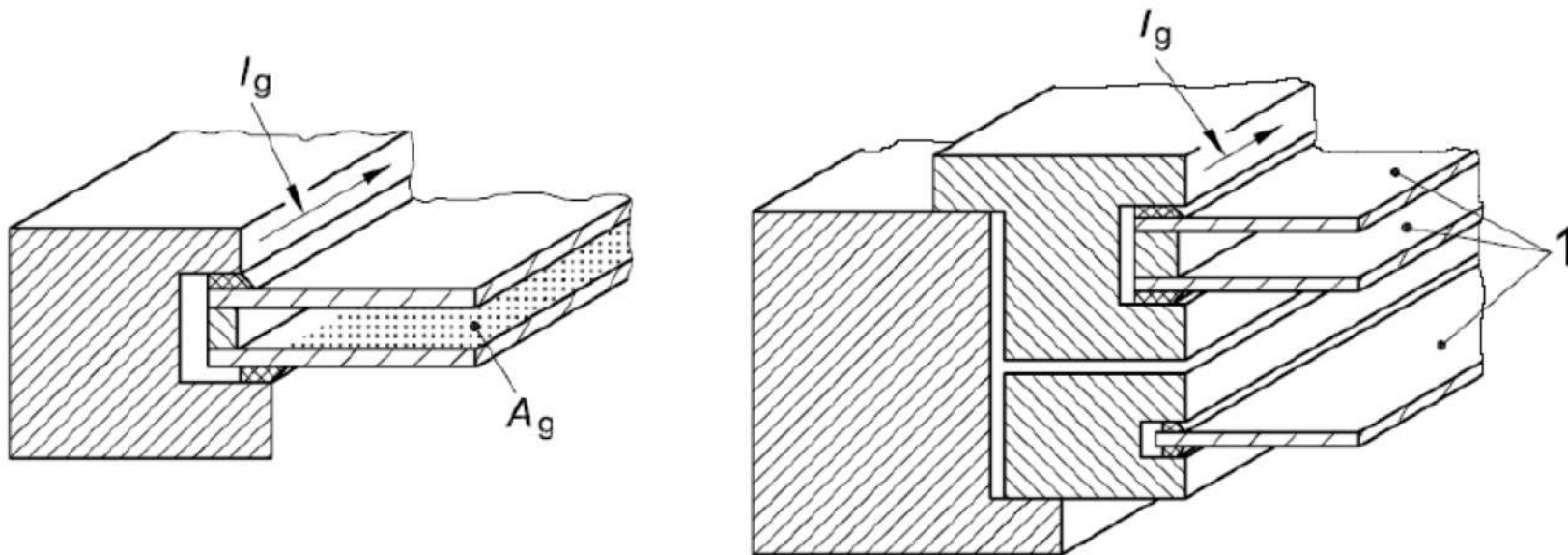
Finestre singole

$$U_W = \frac{A_g U_g + A_p U_p + A_f U_f + l_g \Psi_g + l_p \Psi_p}{A_g + A_p + A_f}$$

figura 2 Schematizzazione dell'area e del perimetro della vetrata

Legenda

1 Vetro

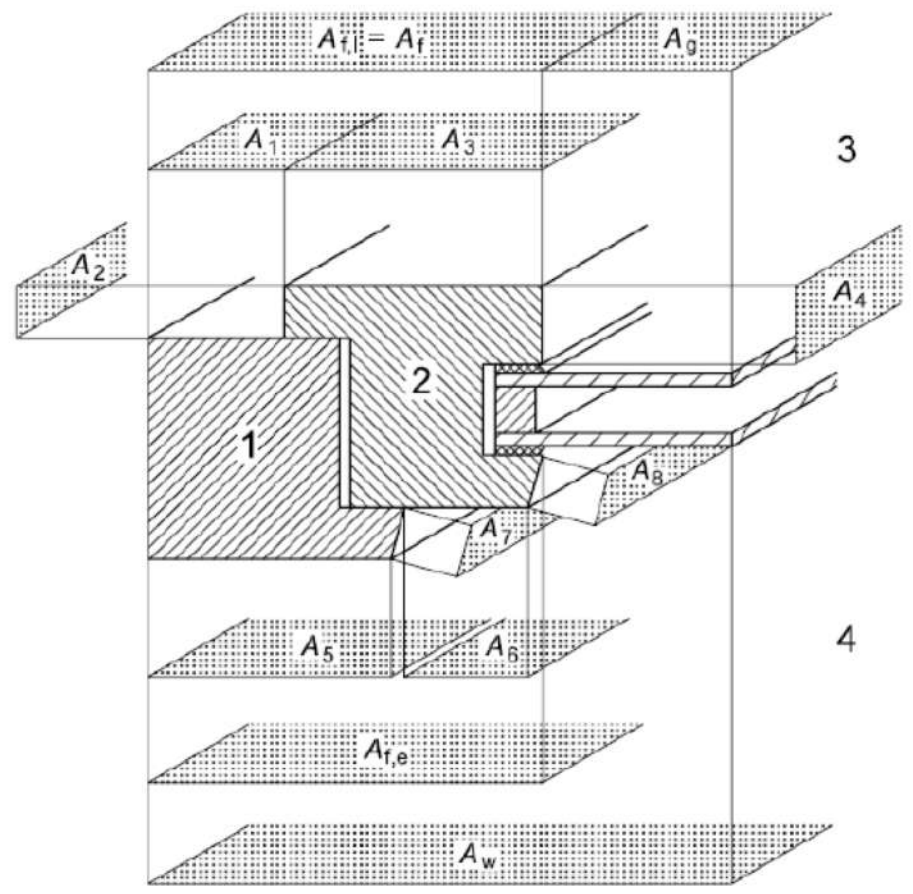


Legenda

- 1 Telaio fisso
- 2 Telaio mobile
- 3 Interno
- 4 Esterno

UNI EN ISO 10077-1:

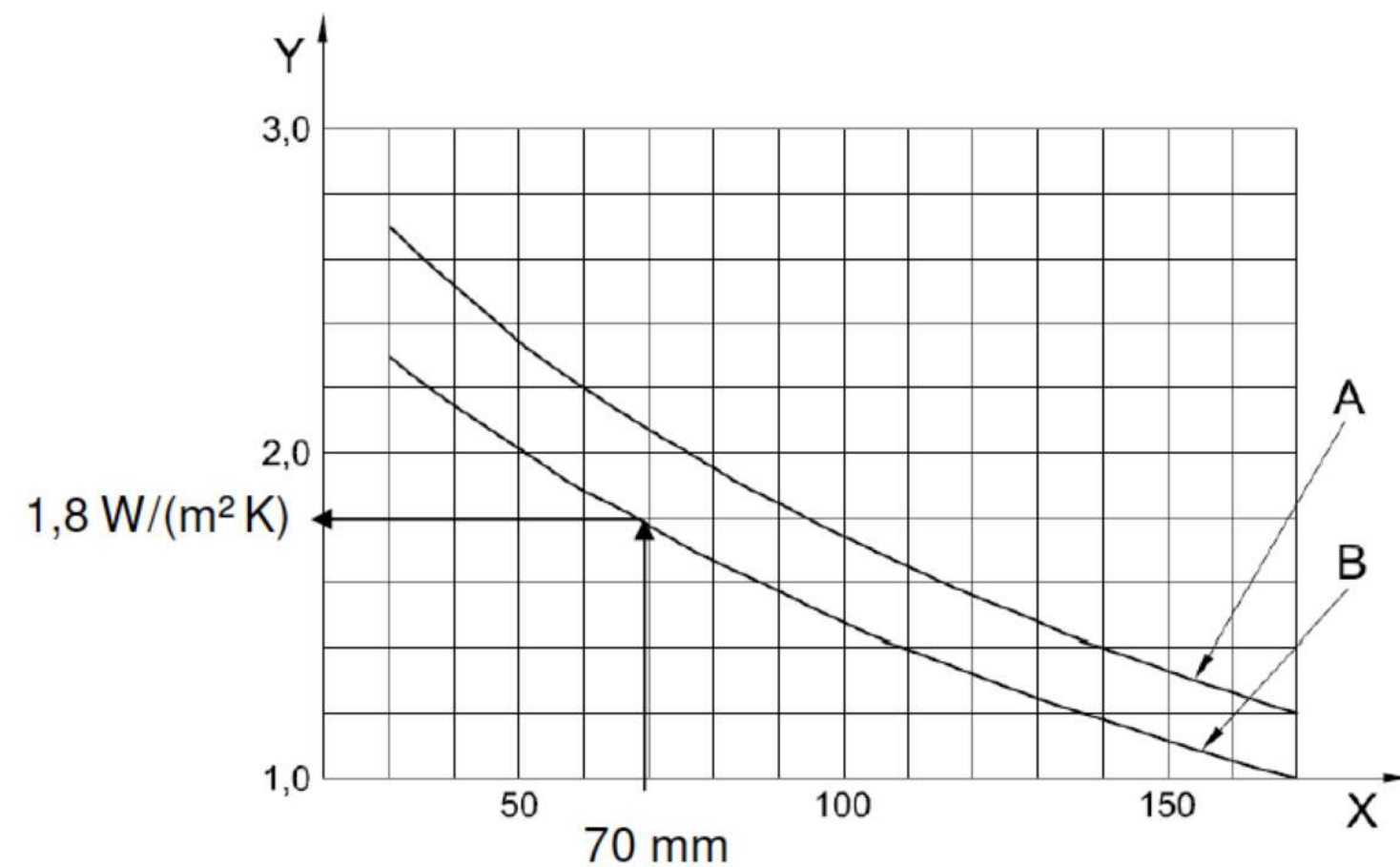
Finestre singole



Nota $A_f = \max. (A_{f,i}; A_{f,e})$
 $A_w = A_f + A_g$
 $A_{d,i} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$
 $A_{d,e} = A_5 + A_6 + A_7 + A_8$

Trasmittanze termiche per telai di legno e metallo-legno (vedere figura D.3) in funzione dello spessore del telaio d_f

Legenda

X Spessore del telaio d_f in mmY U_f in $(W/m^2 \cdot K)$ A Legno duro (densità 700 kg/m^3)
 $\lambda = 0,18 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ B Legno tenero (densità 500 kg/m^3)
 $\lambda = 0,13 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 

Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

UNI EN ISO 10077-1:

Finestre singole

$$U_W = \frac{A_g U_g + A_p U_p + A_f U_f}{A_g + A_p + A_f} \cdot \frac{l_g \Psi_g + l_p \Psi_p}{A_g + A_p + A_f}$$

ALLEGATO	Calcolo semplificato del fabbisogno di un edificio		UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI	Docenti:	Studenti:
3	DISPERSIONE TERMICA PER TRASMISSIONE (Hd) - Componenti trasparenti		Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale ed Architettura		
Foglio 7			LABORATORIO INTEGR. DI PROG. TECNOLOGICA a.a. 2017/2018		

DATI GEOMETRICI			VETRO			TELAIO				CHIUSURA			
Rif. componente	Lunghezza	Altezza	Trasmittanza	Area	Perimetro	Conduttività	Spessore	Trasmittanza	Area	Tipologia	Bordi	Resistenza termica	Resistenza termica addizionale
-	L [m]	H [m]	U _g [W/m²K]	A _g [m²]	l _g [m]	λ _f [W/mK]	d _f [m]	U _f [W/m²K]	A _f [m²]	-	b _{sh} [m]	R _{sh} [m²K/W]	ΔR [m²K/W]
F 0.04/d	1,50	1,50	3,30	1,44	7,20	0,18	0,80	1,98	0,81	Scuri interni	0,000	0,20	0,36
F 0.03/d	1,50	1,50	3,30	1,44	7,20	0,18	0,80	1,98	0,81	Scuri interni	0,000	0,20	0,36
F 1.05/d	1,50	1,50	3,30	1,44	7,20	0,18	0,80	1,98	0,81	Avvolgibile	0,012	0,15	0,19
F 1.01/d	1,50	1,50	3,30	1,44	7,20	0,18	0,80	1,98	0,81	Avvolgibile	0,012	0,15	0,19
F 1.02/d	1,50	1,50	3,30	1,44	7,20	0,18	0,80	1,98	0,81	Avvolgibile	0,012	0,15	0,19
F 1.01/e	0,90	0,90	3,30	0,40	2,52	0,18	0,80	1,98	0,41	Avvolgibile	0,012	0,15	0,19
F 0.03/e	0,90	0,90	3,30	0,40	2,52	0,18	0,80	1,98	0,41	-	-	-	-
F 0.02/e	0,90	0,90	3,30	0,40	2,52	0,18	0,80	1,98	0,41	-	-	-	-
F 0.01/f	0,50	0,50	3,30	0,12	1,36	0,18	0,80	1,98	0,13	-	-	-	-
F 0.02/f	0,50	0,50	3,30	0,12	1,36	0,18	0,80	1,98	0,13	-	-	-	-
F 2.01/f	0,50	0,50	3,30	0,12	1,36	0,18	0,80	1,98	0,13	-	-	-	-
F 2.02/f	0,50	0,50	3,30	0,12	1,36	0,18	0,80	1,98	0,13	-	-	-	-
F 2.03/f	0,50	0,50	3,30	0,12	1,36	0,18	0,80	1,98	0,13	-	-	-	-
F 2.04/f	0,50	0,50	3,30	0,12	1,36	0,18	0,80	1,98	0,13	-	-	-	-
F 2.05/f	0,50	0,50	3,30	0,12	1,36	0,18	0,80	1,98	0,13	-	-	-	-
F 2.06/f	0,50	0,50	3,30	0,12	1,36	0,18	0,80	1,98	0,13	-	-	-	-
F 1.01/g	1,00	2,50	3,30	2,25	10,50	0,18	0,80	1,98	0,25	-	-	-	-
F 1.01/a	1,50	2,50	3,30	2,28	12,40	0,18	0,80	1,98	1,47	Avvolgibile	0,012	0,15	0,19
F 1.02/a	1,50	2,50	3,30	2,28	12,40	0,18	0,80	1,98	1,47	Avvolgibile	0,012	0,15	0,19
P 0.01/c	1,10	2,30	3,30	1,11	4,62	0,18	0,80	1,98	1,42	-	-	-	-
F 1.01/c	1,10	2,50	3,30	1,51	7,00	0,18	0,80	1,98	1,24	Avvolgibile	0,012	0,15	0,19
F 0.01/a	1,50	2,50	3,30	1,62	7,80	0,18	0,80	1,98	2,13	Scuri interni	0,000	0,20	0,36
F 0.01/b	1,10	2,50	3,30	0,84	6,56	0,18	0,80	1,98	1,91	-	0,000	0,20	0,36
Porta ripost.	0,85	2,10	-	-	-	0,18	0,80	1,98	1,79	-	-	-	-
Porta garage	0,95	2,10	-	-	-	0,18	0,80	1,98	2,00	-	-	-	-

Finestre doppie

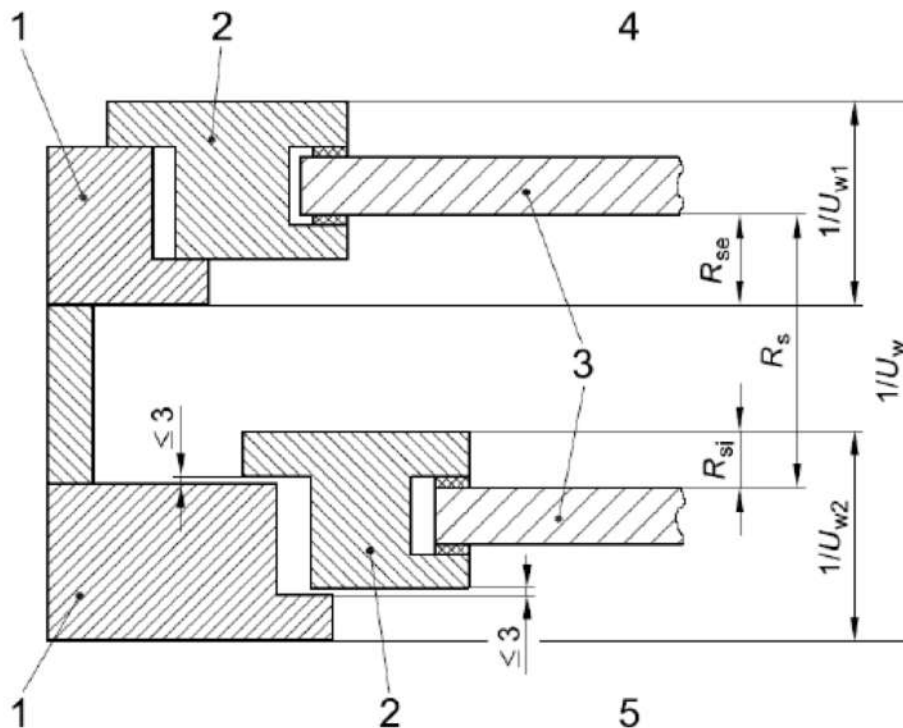
$$U_w = \frac{1}{1/U_{w1} + R_{si} + R_s + R_{se} + 1/U_{w2}}$$

figura 5 Schematizzazione di una doppia finestra

Legenda

- 1 Telaio fisso
- 2 Telaio mobile
- 3 Vetrata (singola o multipla)
- 4 Interno
- 5 Esterno

Dimensioni in mm



Bilancio energetico dell'edificio: procedura di calcolo

UNI EN ISO 10077-1:

Finestre doppie

$$U_W = \frac{1}{1/U_{W1} + R_{si} + R_s + R_{se} + 1/U_{W2}}$$

prospetto C.1

Resistenza termica R_s di intercapedini d'aria non ventilate, in $m^2 \cdot K/W$, per finestre doppie e accoppiate

Spessore dell'intercapedine d'aria mm	Una sola superficie trattata con emissività normale di				Entrambe le superfici non trattate
	0,1	0,2	0,4	0,8	
6	0,211	0,190	0,163	0,132	0,127
9	0,298	0,259	0,211	0,162	0,154
12	0,376	0,316	0,247	0,182	0,173
15	0,446	0,363	0,276	0,197	0,186
50	0,406	0,335	0,260	0,189	0,179
100	0,376	0,315	0,247	0,182	0,173
300	0,333	0,284	0,228	0,171	0,163

To be continued...