



# Corso committenti CasaClima

Architetti Carlo Dario, Renzo Carturan, Massimo Righetto

Consulenti Esperti CasaClima

CasaClima Network Padova Rovigo Venezia: [padova-rovigo@casaclima-network.info](mailto:padova-rovigo@casaclima-network.info)

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Classi energetiche

### Classi energetiche nei diversi campi



auto



elettrodomestici



edifici



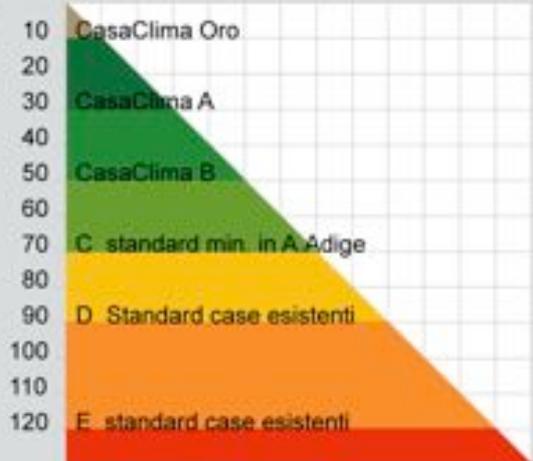
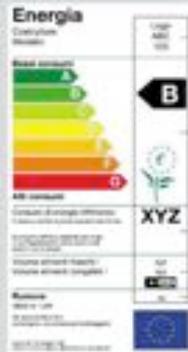
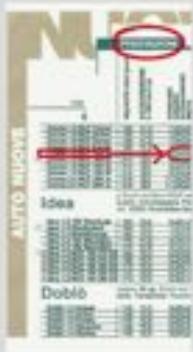
carburante



elettricità

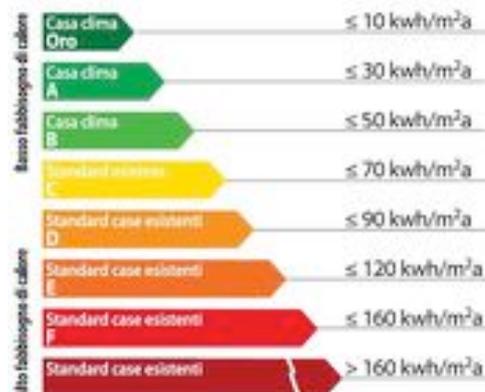
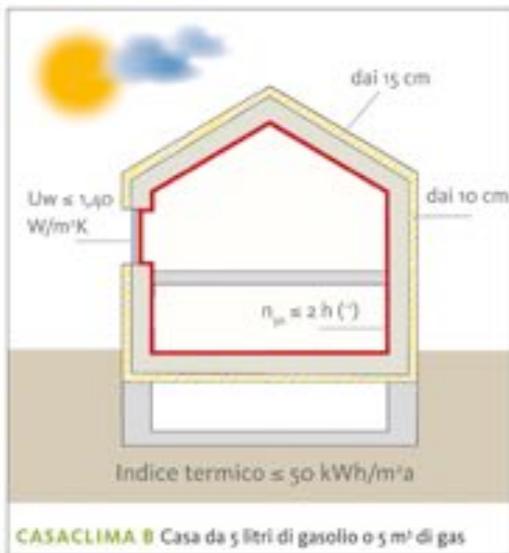


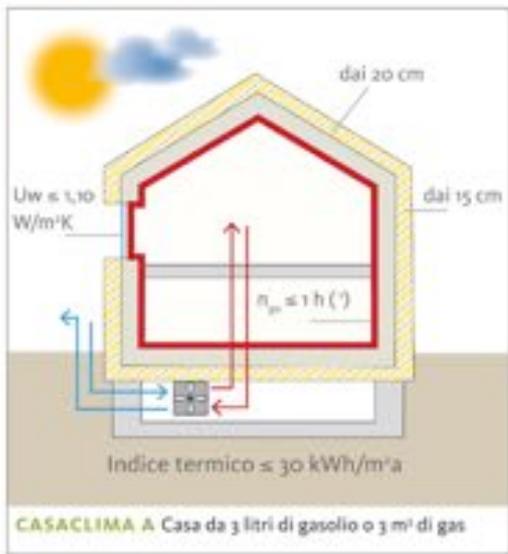
gas o altro



CasaClima Oro	10 KWh/m <sup>2</sup> a
CasaClima A	30 KWh/m <sup>2</sup> a
CasaClima B	50 KWh/m <sup>2</sup> a
C	70 KWh/m <sup>2</sup> a
D	90 KWh/m <sup>2</sup> a
E	120KWh/m <sup>2</sup> a

## Cos'è un edificio Efficiente

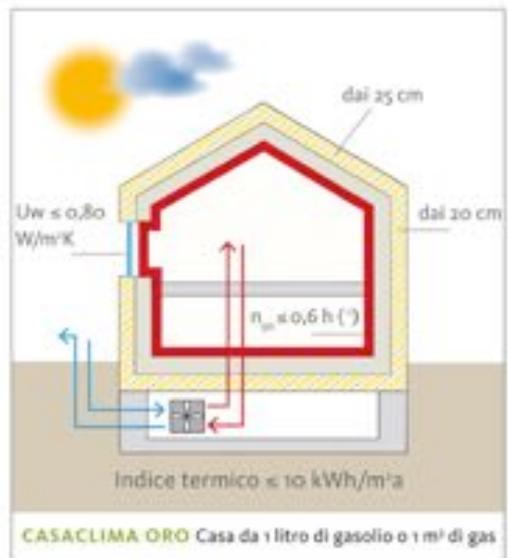




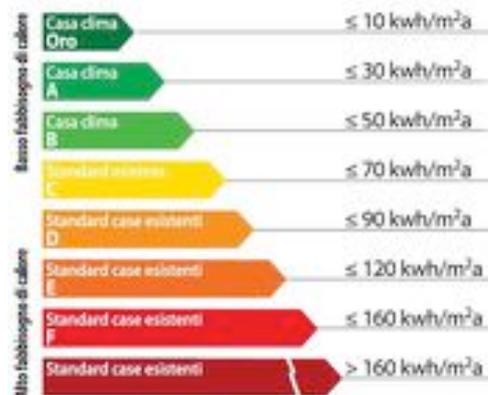
## Cos'è un edificio Efficiente



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017



## Cos'è un edificio Efficiente



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Cos'è un edificio Efficiente



Classe CasaClima  
Efficienza dell'involucro

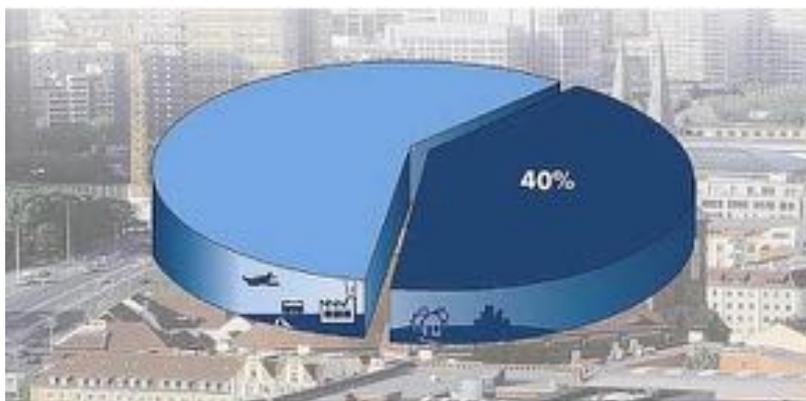
Efficienza dell'involucro  
+ impianti (CO<sub>2</sub>)

Sostenibilità  
ambientale "Nature"

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Consumi di energia in Europa

La direttiva Europea 2001/91/CE introduce il concetto di efficienza energetica. Identifica il settore edilizio quale responsabile del 40% dei consumi energetici globali derivanti da riscaldamento acqua calda sanitaria e consumo di energia Elettrica.



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Norma in Italia in applicazione alla direttiva europea 2009/28/CE

Il D.L. n. 28/2011 del 3 marzo all'allegato 3, comma 1:

1. Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati e realizzati in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e delle seguenti percentuali della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento:

a) il 20 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013;

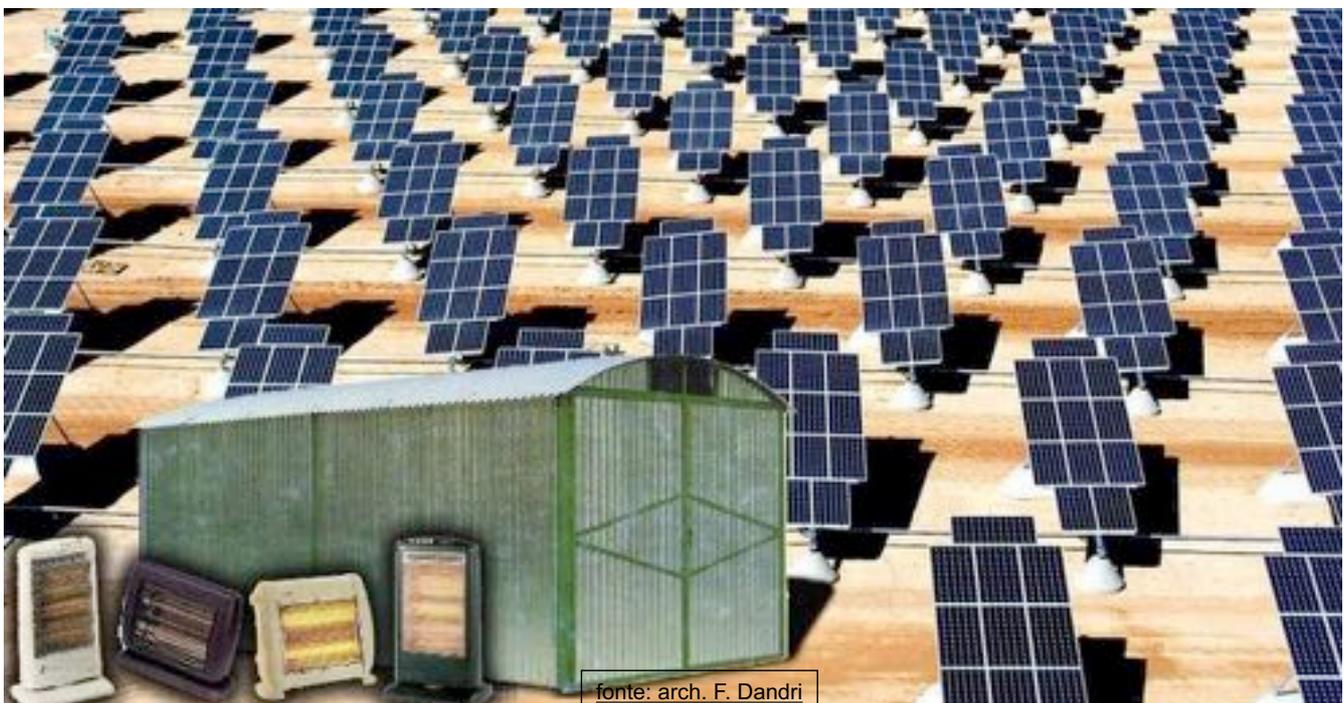
b) il 35 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016;

c) il 50 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è rilasciato dal 1° gennaio 2017.

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

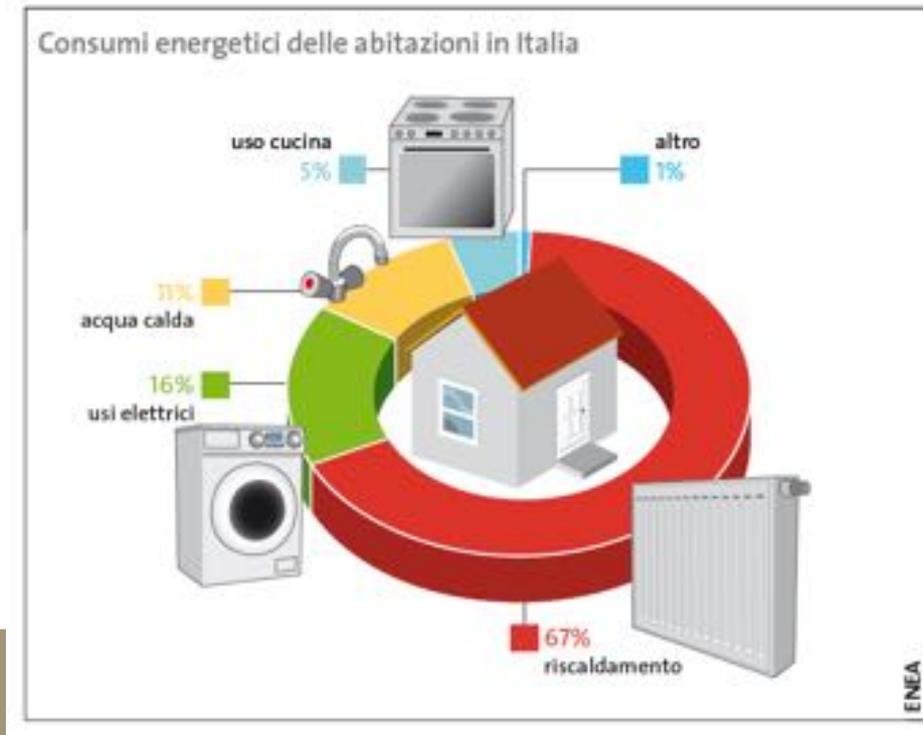
## Questo può essere un edificio efficiente ????

**Certo una classe A 4 secondo la norma nazionale**



## Consumi di energia delle abitazioni

11

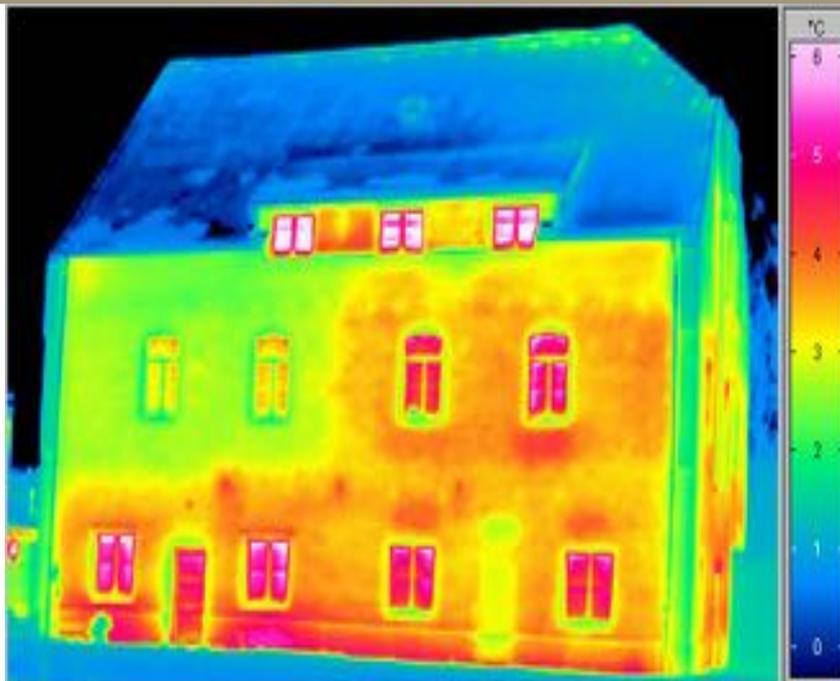


fonte: Enea

Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Dispersioni termiche dell'involucro

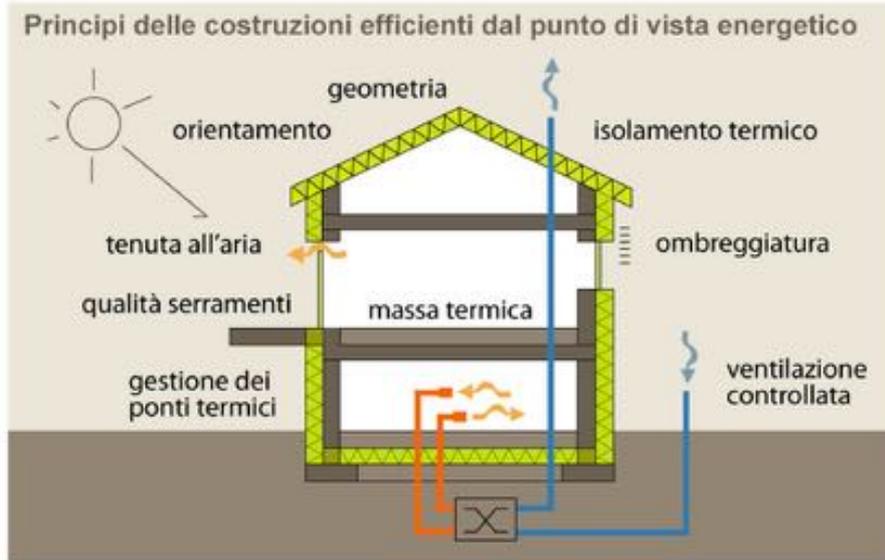
12



Edificio senza isolamento.

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Elementi che incidono nell'efficienza

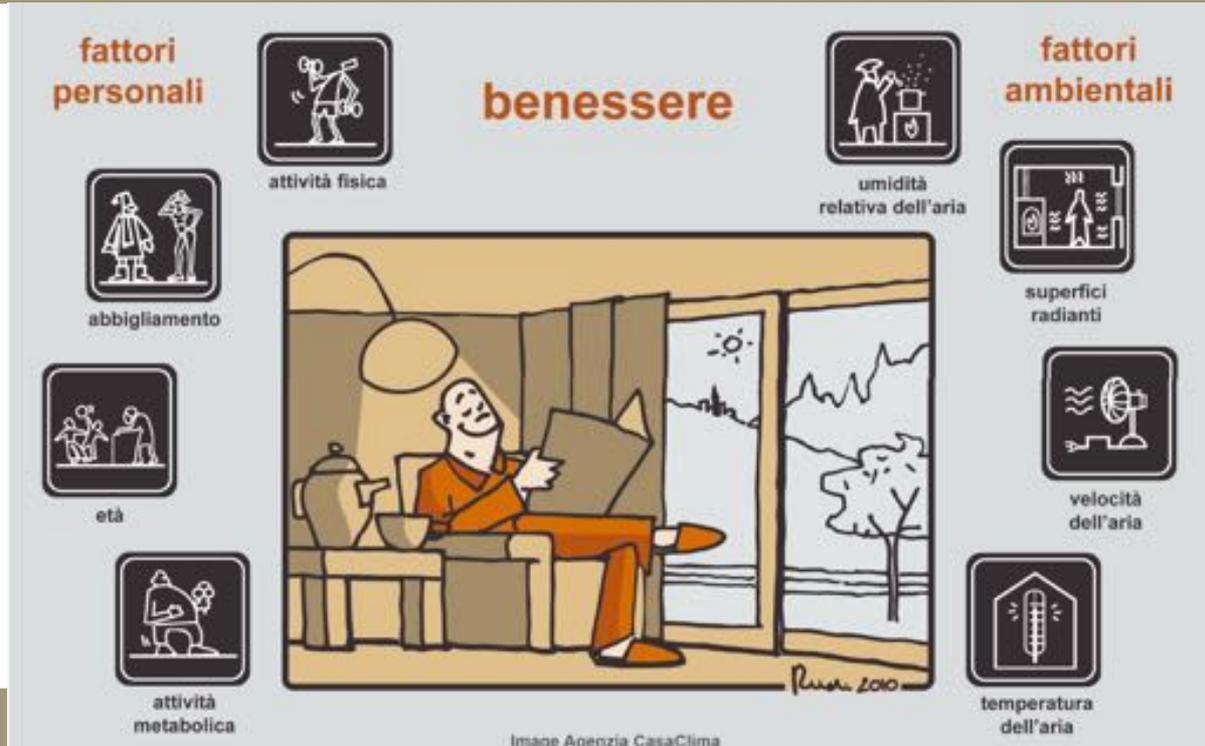


definizione edificio: L'edificio ha il compito/ funzione di proteggere persone, animali, prodotti/merci e processi di produzione dalle intemperie climatiche e soddisfare le richieste dall'utente per un clima interno confortevole senza causare danni né interni né esterni all'involucro edilizio

Fonte: dr. U. Klammsteiner  
Agenzia CasaClima

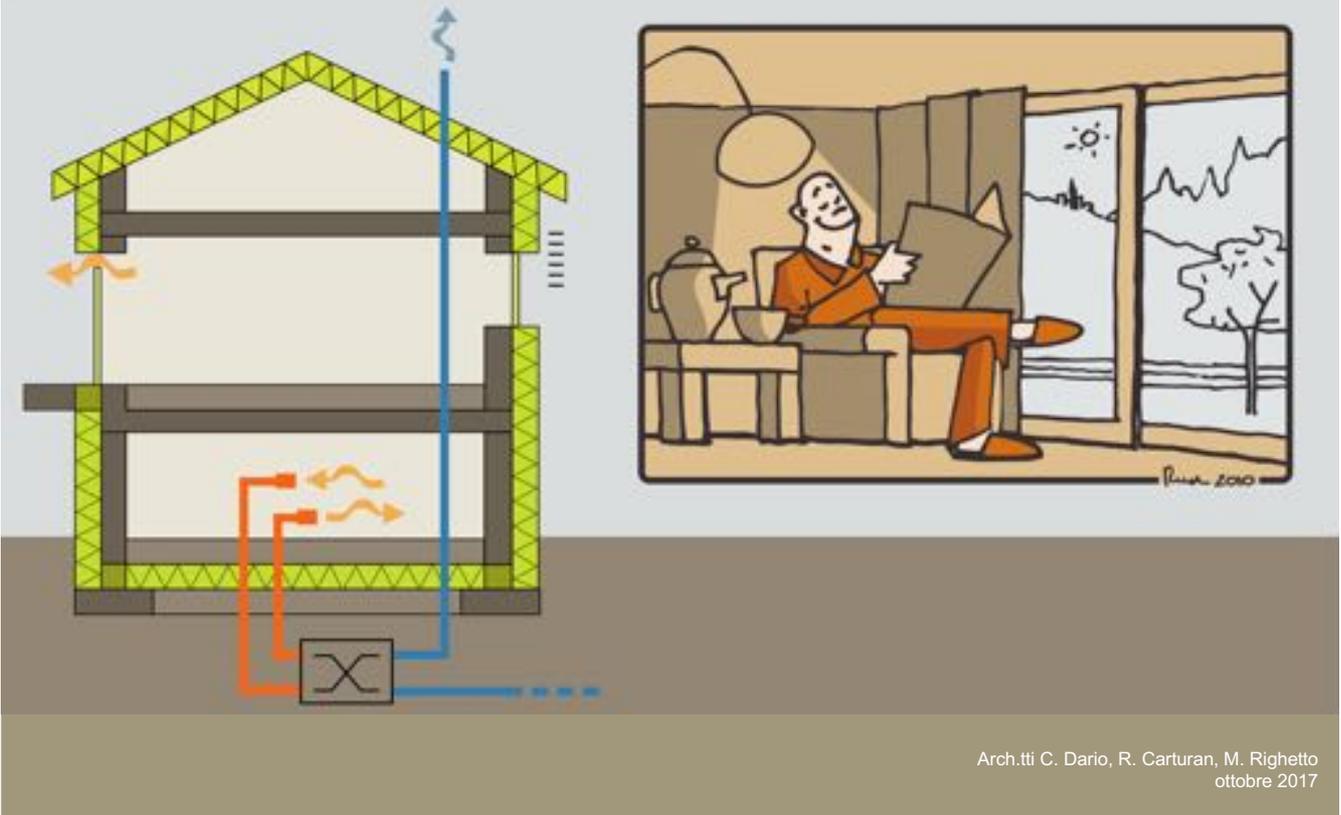
Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Elementi che incidono nell'efficienza

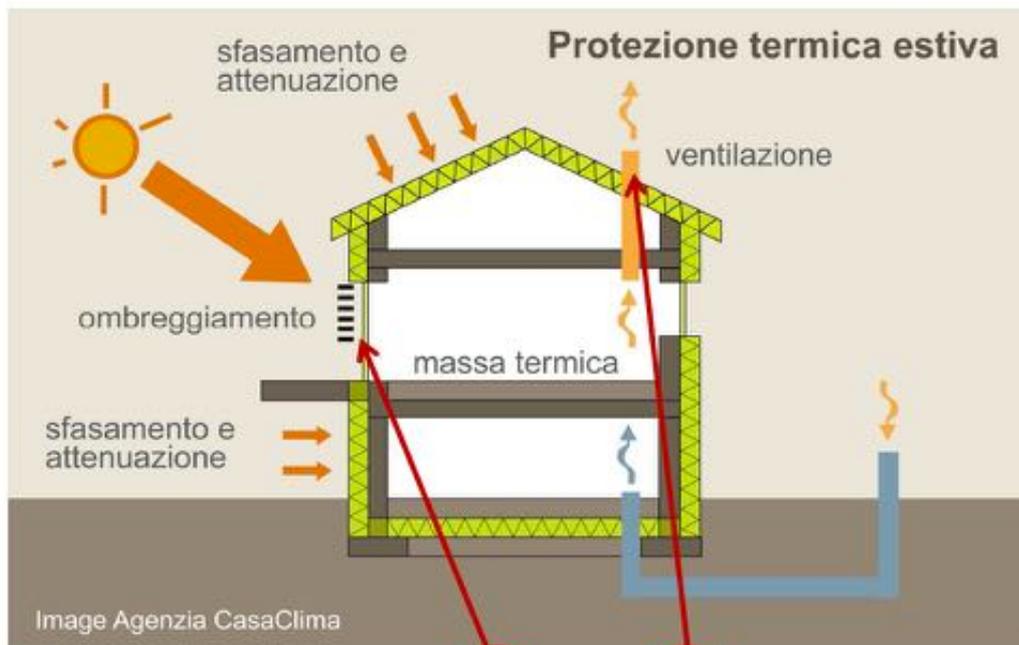


Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Benessere abitativo

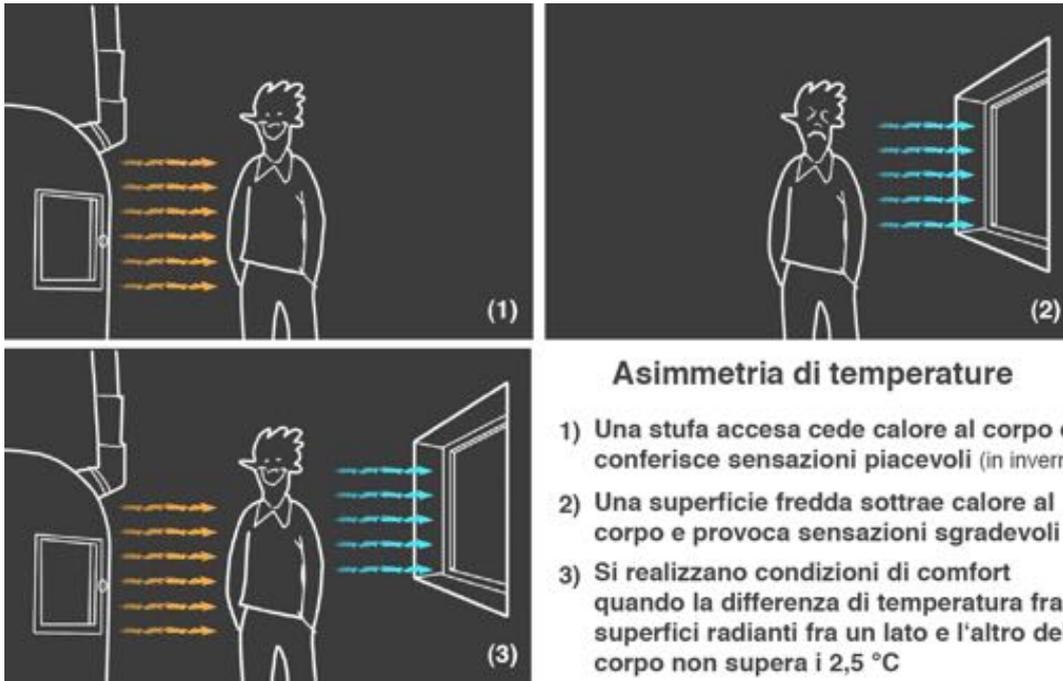


## Edificio Efficiente in regime estivo



$$Q_{cool} = (Q_i + Q_s) - \eta Q_v + Q_T$$

## Edificio Efficiente in regime estivo



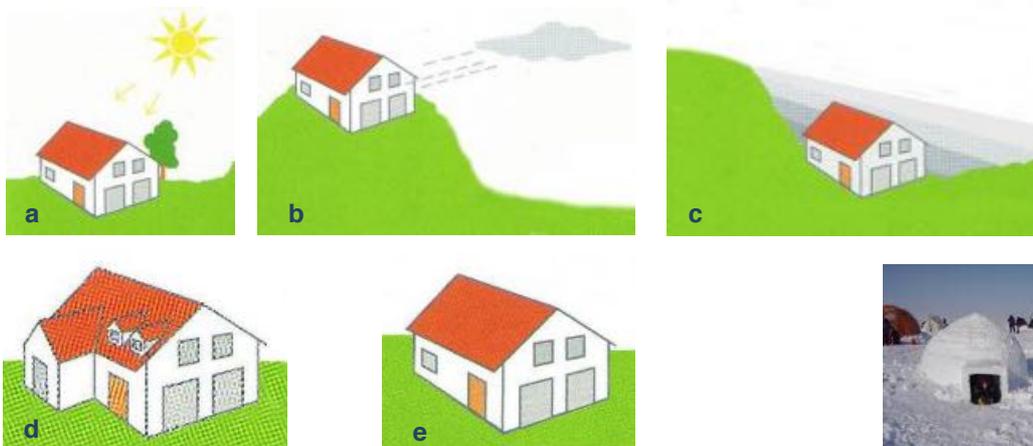
Fonte: dr. U. Klammsteiner  
Agenzia CasaClima

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Costruire in modo efficiente: Orientamento

- a) Le finestre orientate verso nord aumentano il fabbisogno energetico.
- b) Una posizione esposta ai venti causa perdite di calore dovute agli stessi.
- c) Una posizione troppo ombreggiata riduce i guadagni termici solari.
- d) Forme complesse aumentano il fabbisogno energetico.
- e) Bisogna cercare di costruire forme compatte, maggior volume in minor superficie.

18



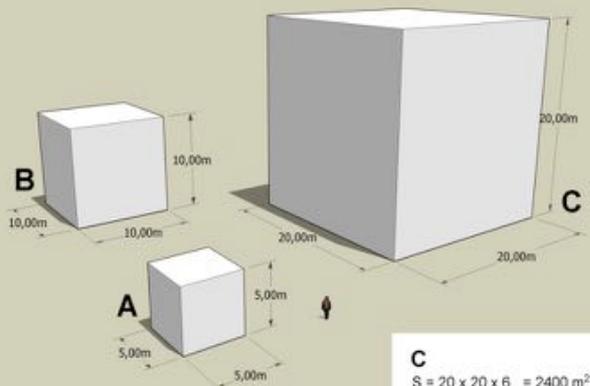
Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

fonte: CasaClima

## Costruire in modo efficiente: Rapporto Superficie/Volume

19

### Il rapporto superficie volume

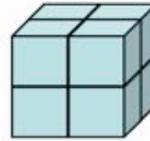


**A**  
 $S = 5 \times 5 \times 6 = 150 \text{ m}^2$   
 $V = 5 \times 5 \times 5 = 125 \text{ m}^3$   
 $S/V = 150/125 = 1,2$

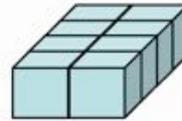
**B**  
 $S = 10 \times 10 \times 6 = 600 \text{ m}^2$   
 $V = 10 \times 10 \times 10 = 1000 \text{ m}^3$   
 $S/V = 600/1000 = 0,6$

**C**  
 $S = 20 \times 20 \times 6 = 2400 \text{ m}^2$   
 $V = 20 \times 20 \times 20 = 8000 \text{ m}^3$   
 $S/V = 2400/8000 = 0,3$

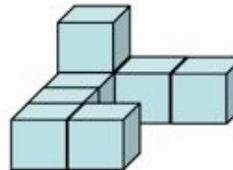
Elaborazione Arch. Rudi Zancan



$S = 4^2 \times 24 = 384 \text{ mq}$   
 $V = 4^3 \times 8 = 512 \text{ mc}$   
 $S/V = 384/512 = 0,75$



$S = 4^2 \times 28 = 448 \text{ mq}$   
 $V = 4^3 \times 8 = 512 \text{ mc}$   
 $S/V = 448/512 = 0,875$



$S = 4^2 \times 34 = 544 \text{ mq}$   
 $V = 4^3 \times 8 = 512 \text{ mc}$   
 $S/V = 384/512 = 1,06$

Nell'ottica della riduzione delle dispersioni termiche volumi molto compatti sono avvantaggiati rispetto a quelli più articolati. Parimenti un unico volume disperde meno dell'equivalente ripartito in più elementi

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Dispersioni termiche dell'involucro

tetto/ultimo solaio 20-25%

aerazione 10-12%

serramenti 20-25%

pareti 20-25%

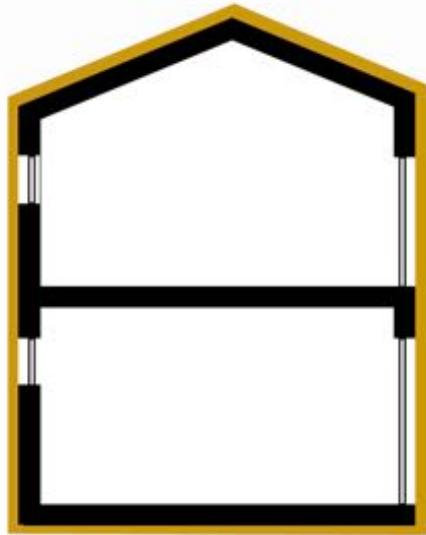


solaio vs. terra o scantinato 5-6%

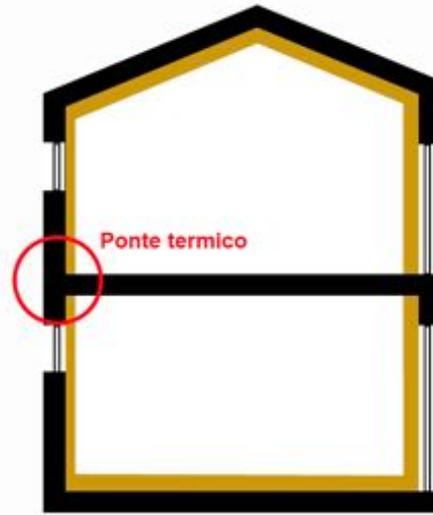
Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Dispersioni termiche dell'involucro

21



Isolamento all'esterno



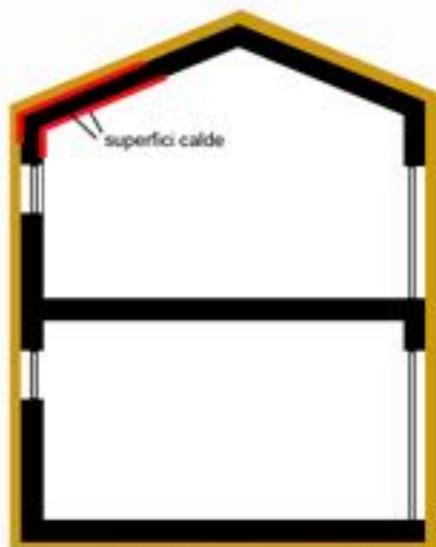
Isolamento all'interno

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

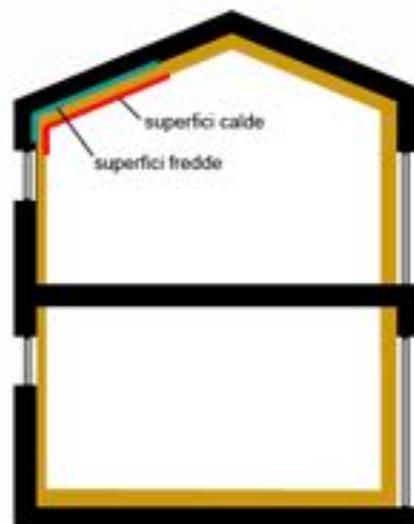
fonte: Ape arch. Dandri

## Dispersioni termiche dell'involucro

22



Isolamento all'esterno



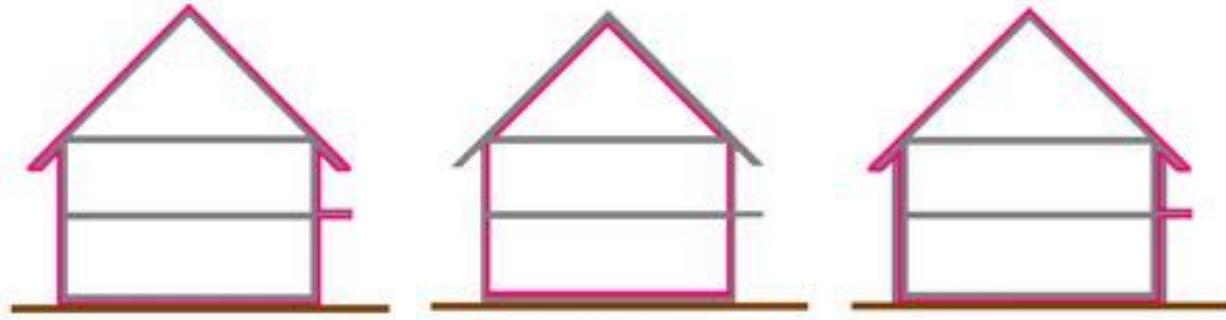
Isolamento all'interno

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

fonte: Ape arch. Dandri

## Stratificazione

23



**1 isolamento esterno:** all'interno della struttura portante l'oscillazione della temperatura è minima; nessun problema di diffusione soluzione ottimale.

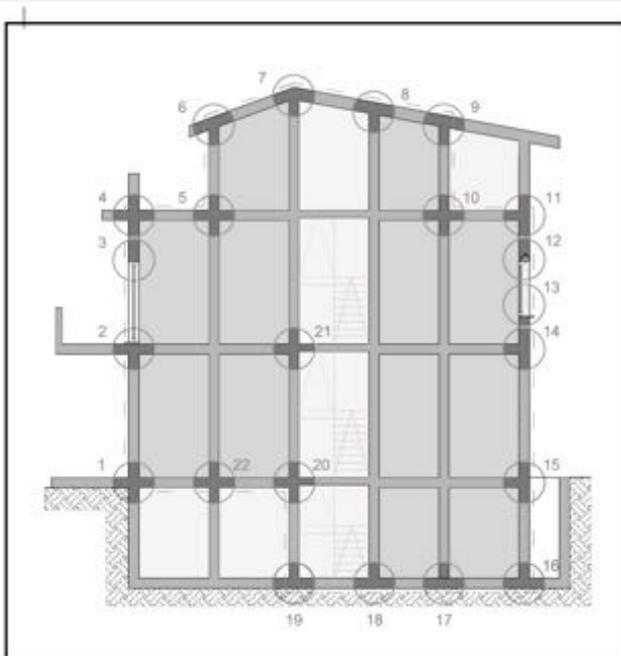
**2 isolamento interno:** la struttura portante è soggetta a grandi variazioni di temperatura; problemi di diffusione. Ci sono problemi con i ponti termici su solai e muri a contatto con il perimetro dell'edificio.

**3 isolamento in intercapedine:** è la soluzione più costosa, necessita di verifica termigrometria, se la struttura e esterna presenta le stesse problematiche della soluzione 2.

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Dispersioni termiche dell'involucro

24



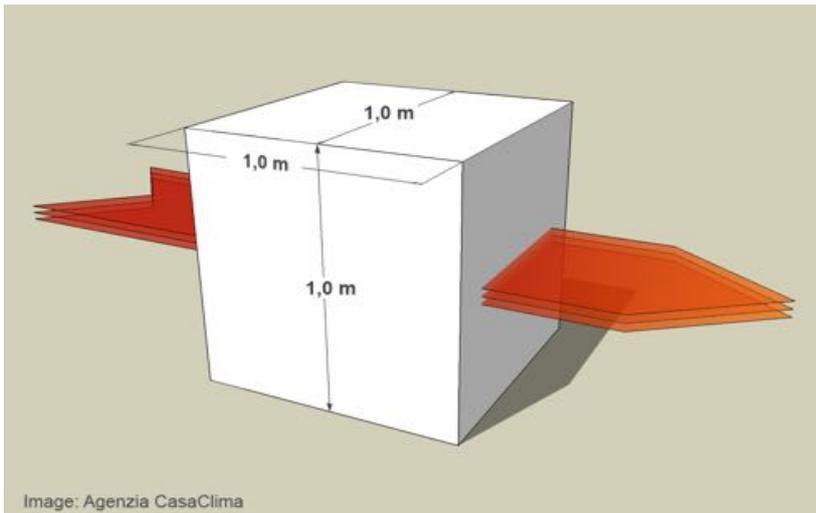
### Ponti termici:

1. nodo parete - zoccolo contro terra
2. balcone e nodo soglia - portafinestra
3. attacco infisso/cassonetto (portafinestra)
4. nodo parete - solaio terrazzo
5. nodo solaio - terrazzo parete
6. nodo tetto - parete
7. nodo tetto - parete/vano scale
8. nodo tetto - parete/vano scale
9. nodo tetto - parete verso sottotetto freddo
10. nodo parete - solaio verso sottotetto freddo
11. nodo solaio - parete
12. attacco infisso/cassonetto
13. attacco infisso/soglia (finestra)
14. nodo parete - solaio intermedio
15. nodo parete - zoccolo contro terra su scannafosso
16. nodo parete - zoccolo contro terra
17. nodo muro - fondazione
18. nodo muro vano scala - fondazione
19. nodo muro vano scala - fondazione (se richiesto)
20. nodo muro vano scala - solaio verso cantina/garage
21. nodo muro vano scala - solaio pianerottolo del vano scala
22. nodo muro/pilastro passante verso cantina/garage

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

### La conduttività termica Lambda ( $\lambda$ ):

La conduttività termica è la quantità di calore che viene trasmessa attraverso  $1\text{m}^2$  di un materiale con uno spessore di 1 metro, se la differenza di temperatura è di un  $1^\circ\text{C}$  (1 Kelvin). Unità  $[\text{W}/(\text{mK})]$  misura l'attitudine di un materiale a trasmettere il calore e dipende dalla sua natura.

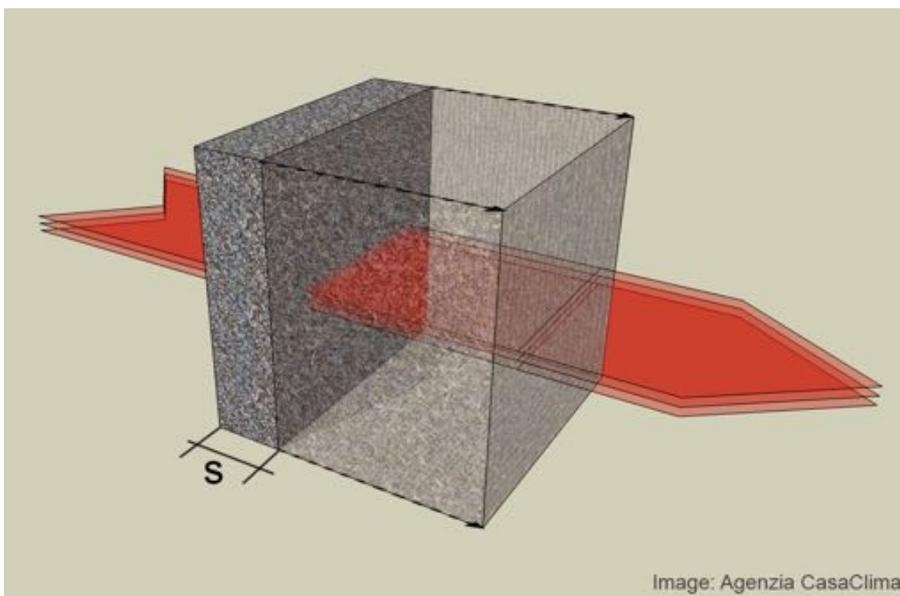


$$\lambda \left[ \frac{\text{W}}{\text{mK}} \right]$$

**Il valore Lambda ( $\lambda$ ) è una proprietà del materiale più piccolo è, meglio è.**

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

### Conducibilità o conduttività termica



$$R \left[ \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$$

$$R = \frac{s}{\lambda}$$

**indica la capacità di uno strato di materiale di opporsi al flusso di calore**  
 è direttamente proporzionale alla conducibilità termica del materiale  
 è direttamente proporzionale allo spessore dello strato di materiale

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

### La resistenza termica $R_t$ e la conduttività termica $\lambda$

La **resistenza** alla trasmissione termica indica il potere isolante di un materiale riferito alla conduttività ed allo spessore del materiale.

$$R_t = d/\lambda \text{ [m}^2\text{K/W]}$$



Spessori diversi per ottenere la stessa resistenza termica a seconda del valore  $\lambda$ .

### La trasmittanza termica, valore $U$ :

La trasmittanza termica o “coefficiente globale di trasmissione termica” indica il flusso di calore che viene ceduto dall’ambiente interno all’aria esterna attraverso una superficie di  $1\text{m}^2$  e con la differenza di  $1\text{K}$  (in condizioni stazionarie). L’unità di misura è:  $[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$ .

$$U=1/R_t \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

**Un valore  $U$  basso = buon elemento da costruzione.**

**Un valore  $U$  alto = cattivo elemento da costruzione.**

**Il valore  $U$  è una proprietà del materiale posato i opera, dipende da  $\lambda$  e dallo spessore impiegato.**

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

Riqualificazione energetica con demolizione e ricostruzione: Classe A CasaClima



Edificio Residenziale : via Cimitero di Monigo, 2 -Treviso

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

### Dimensioni Edificio

Superficie lorda	147,00 mq
Superficie netta	122,00 mq
Volume lordo	522,00 mc
Volume netto	391,00 mc

### Caratteristiche elementi

Rapporto S/V	0,79	1/m
Coefficiente medio di trasmissione	0,27	W/(m²K)
Coefficiente di trasmissione Pareti	0,15	W/(m²K)
Coefficiente di trasmissione Copertura	0,18	W/(m²K)
Coefficiente di trasmissione Contro Terra	0,19	W/(m²K)
Coefficiente di trasmissione Serramenti	1,30	W/(m²K)

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

# Edificio residenziale a Treviso – caso studio

## Stato di fatto

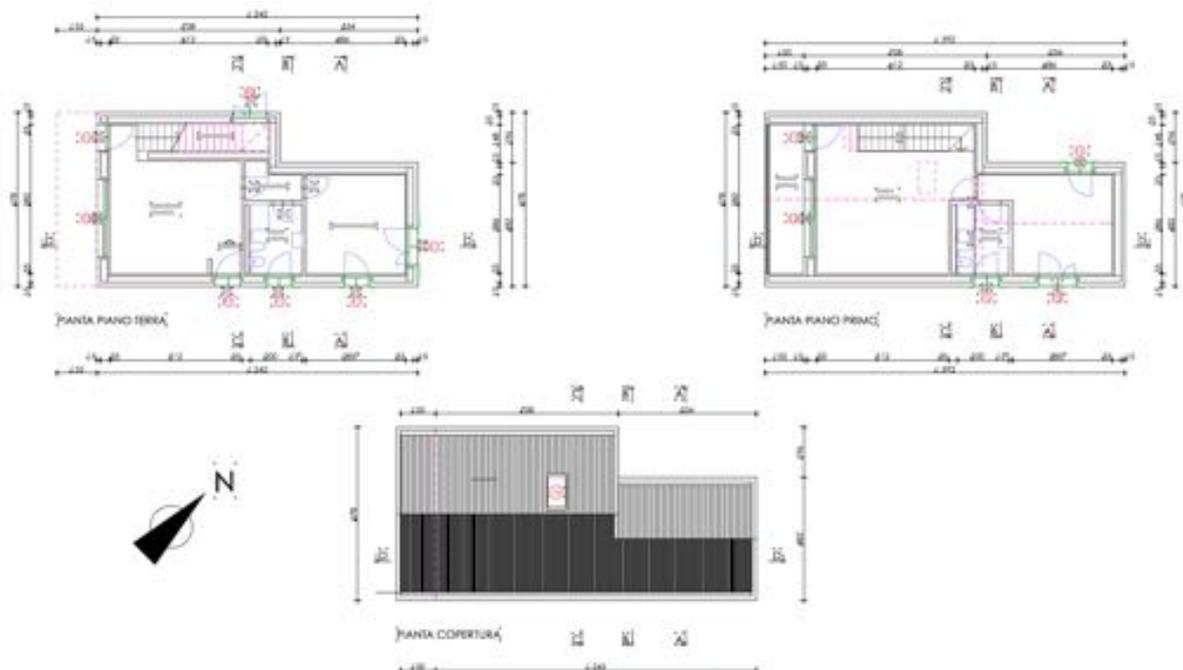
## Certificato CasaClima

EFFICIENZA INVOLUCRO			
<b>Inviluppo edilizio</b>			
Superficie dipendente dell'inviluppo	$A_{\text{g}}$	410,86	m <sup>2</sup>
Rapporto superficie dipendente dell'inviluppo / volume lordo riscaldato	$A/V$	0,79	1/m
<b>Coefficiente medio di trasmissione</b>			
Coefficiente medio di trasmissione dell'inviluppo dell'edificio	$U_{\text{m}}$	1,35	W/(m <sup>2</sup> K)
<b>Guadagni e perdite energetiche riferite al comune di ubicazione</b>			
Perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento	$Q_{\text{t}}$	31620	KWh/a
Perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento	$Q_{\text{v}}$	3696	KWh/a
Guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento	$Q_{\text{i}}$	1881	KWh/a
Guadagni termici solari durante il periodo di riscaldamento	$Q_{\text{s}}$	2729	KWh/a
Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore	$\gamma$	13	%
<b>Fabbisogno energetico e potenza termica</b>			
	TREVISO TV (Italia)	CasaClima Standard	
Grado di utilizzo degli apporti di calore	$\eta$	0,98	0,98
Fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento	$Q_{\text{h}}$	30813	30813 KWh/a
Potenza di riscaldamento dell'edificio	$P_{\text{h}}$	15,47	15,47 KW
Potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta	$P_{\text{h}}^{\text{net}}$	126,38	126,38 W/m <sup>2</sup>
Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta	$H_{\text{WF}}^{\text{net}}$	251,72	251,72 KWh/(m <sup>2</sup> a)
<b>EFFICIENZA INVOLUCRO</b>			
Circa 5.300€ anno			

EFFICIENZA INVOLUCRO			
<b>Inviluppo edilizio</b>			
Superficie dipendente dell'inviluppo	$A_{\text{g}}$	410,86	m <sup>2</sup>
Rapporto superficie dipendente dell'inviluppo / volume lordo riscaldato	$A/V$	0,79	1/m
<b>Coefficiente medio di trasmissione</b>			
Coefficiente medio di trasmissione dell'inviluppo dell'edificio	$U_{\text{m}}$	0,27	W/(m <sup>2</sup> K)
<b>Guadagni e perdite energetiche riferite al comune di ubicazione</b>			
Perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento	$Q_{\text{t}}$	6327	KWh/a
Perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento	$Q_{\text{v}}$	1158	KWh/a
Guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento	$Q_{\text{i}}$	1881	KWh/a
Guadagni termici solari durante il periodo di riscaldamento	$Q_{\text{s}}$	3673	KWh/a
Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore	$\gamma$	78	%
<b>Fabbisogno energetico e potenza termica</b>			
	TREVISO TV (Italia)	CasaClima Standard	
Grado di utilizzo degli apporti di calore	$\eta$	0,93	0,93
Fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento	$Q_{\text{h}}$	2055	2055 KWh/a
Potenza di riscaldamento dell'edificio	$P_{\text{h}}$	3,28	3,28 KW
Potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta	$P_{\text{h}}^{\text{net}}$	26,79	26,79 W/m <sup>2</sup>
Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta	$H_{\text{WF}}^{\text{net}}$	16,79	16,79 KWh/(m <sup>2</sup> a)
<b>EFFICIENZA INVOLUCRO</b>			
Circa 350€ anno			

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

# Edificio residenziale a Treviso – caso studio



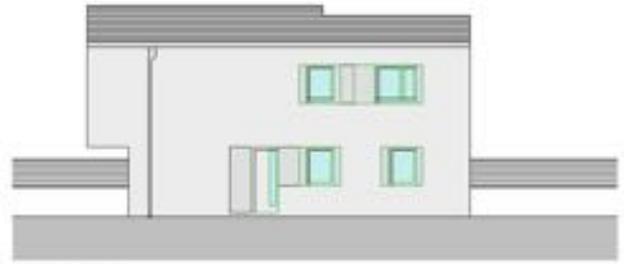
Piante

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

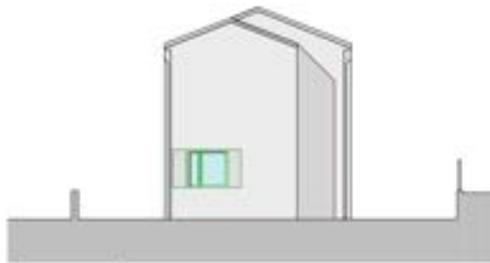
## Edificio residenziale a Treviso – caso studio



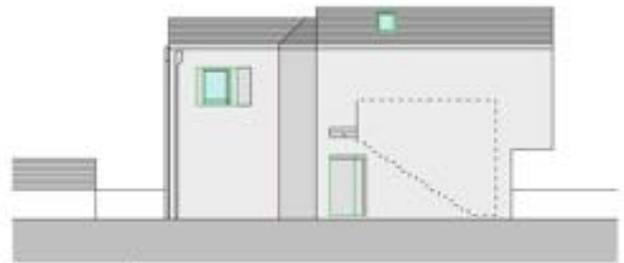
PROSPETTO S-O



PROSPETTO S-E



PROSPETTO N-E

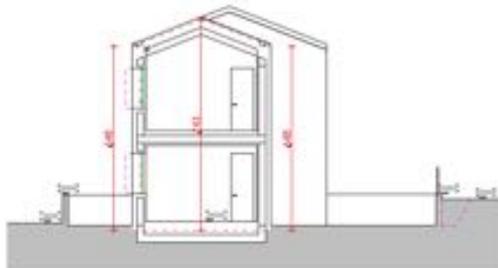


PROSPETTO N-O

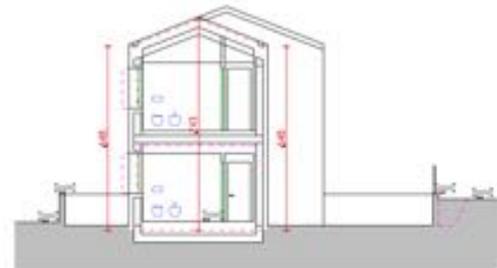
### Prospetti

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

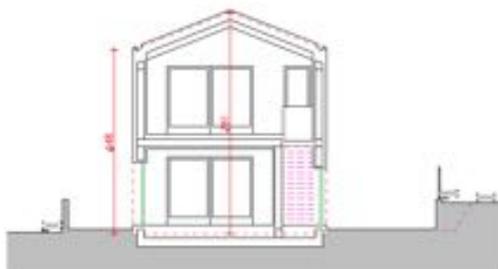
## Edificio residenziale a Treviso – caso studio



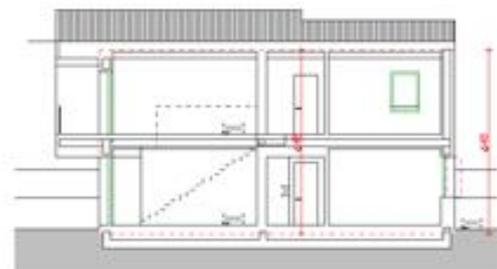
SEZIONE A-A



SEZIONE B-B



SEZIONE C-C



SEZIONE D-D

### Sezioni

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

# Edificio residenziale a Treviso – caso studio

Involucro edilizio	
Superficie disperdente dell'involucro	$A_B = 410.86 \text{ m}^2$
Rapporto superficie disperdente dell'involucro / volume lordo riscaldato	$A/V = 0.79 \text{ 1/m}$
Coefficiente medio di trasmissione	
Coefficiente medio di trasmissione dell'involucro dell'edificio	$U_m = 0.27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Guadagni e perdite energetiche riferite al comune di ubicazione	
Perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento	$Q_T = 6327 \text{ kWh/a}$
Perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento	$Q_V = 1158 \text{ kWh/a}$
Guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento	$Q_i = 1881 \text{ kWh/a}$
Guadagni termici solari durante il periodo di riscaldamento	$Q_s = 2517 \text{ kWh/a}$
Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore	$Y = 59 \%$
Fabbisogno energetico e potenza termica	
Grado di utilizzo degli apporti di calore	$\eta = 0.98 \quad 0.98$
Fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento	$Q_{th} = 3192 \quad 3192 \text{ kWh/a}$
Potenza di riscaldamento dell'edificio	$P_{tot} = 3.28 \quad 3.28 \text{ kW}$
Potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta	
Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie	$P_s = 26.79 \quad 26.79 \text{ W/m}^2$
EFFICIENZA INVOLUCRO	$HWB_{NGF,verb} = 26.07 \quad 26.07 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

Edificio Certificato 17KWh	
CasaClima Oro	28 kWh/m²a
CasaClima A	26 kWh/m²a
CasaClima B	24 kWh/m²a
Standard nuovo	22 kWh/m²a
C	20 kWh/m²a
Standard case esistenti	18 kWh/m²a
D	16 kWh/m²a
Standard case esistenti	14 kWh/m²a
E	12 kWh/m²a
Standard case esistenti	10 kWh/m²a

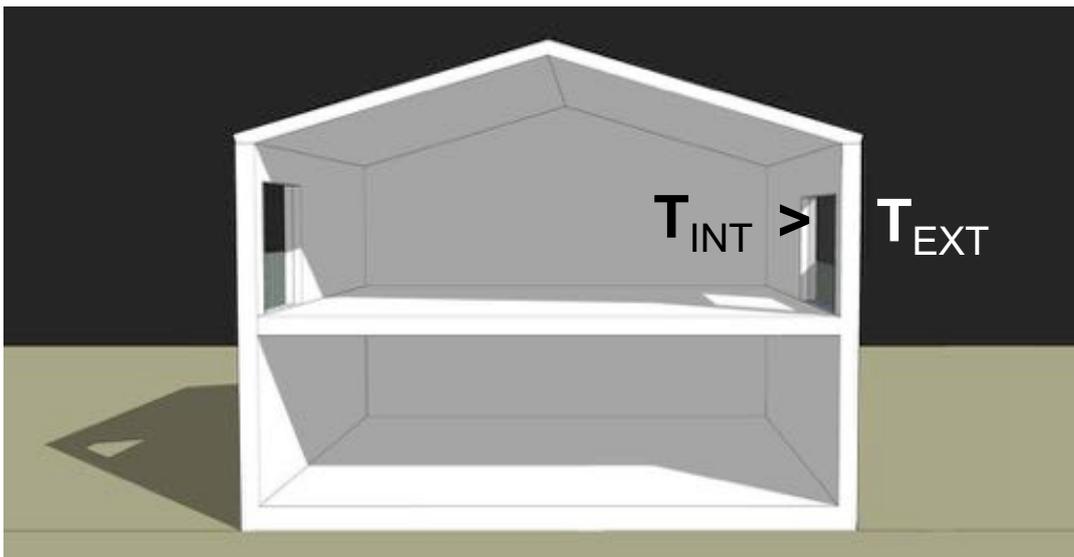
  

Edificio Ruotato di 180° 26KWh	
CasaClima Oro	28 kWh/m²a
CasaClima A	26 kWh/m²a
CasaClima B	24 kWh/m²a
Standard nuovo	22 kWh/m²a
C	20 kWh/m²a
Standard case esistenti	18 kWh/m²a
D	16 kWh/m²a
Standard case esistenti	14 kWh/m²a
E	12 kWh/m²a
Standard case esistenti	10 kWh/m²a

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

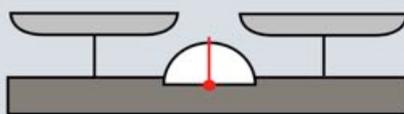
# Bilancio energetico

36



Per mantenere una certa temperatura all'interno\* dell'involucro è necessario che si realizzi un equilibrio fra dispersioni ed apporti energetici

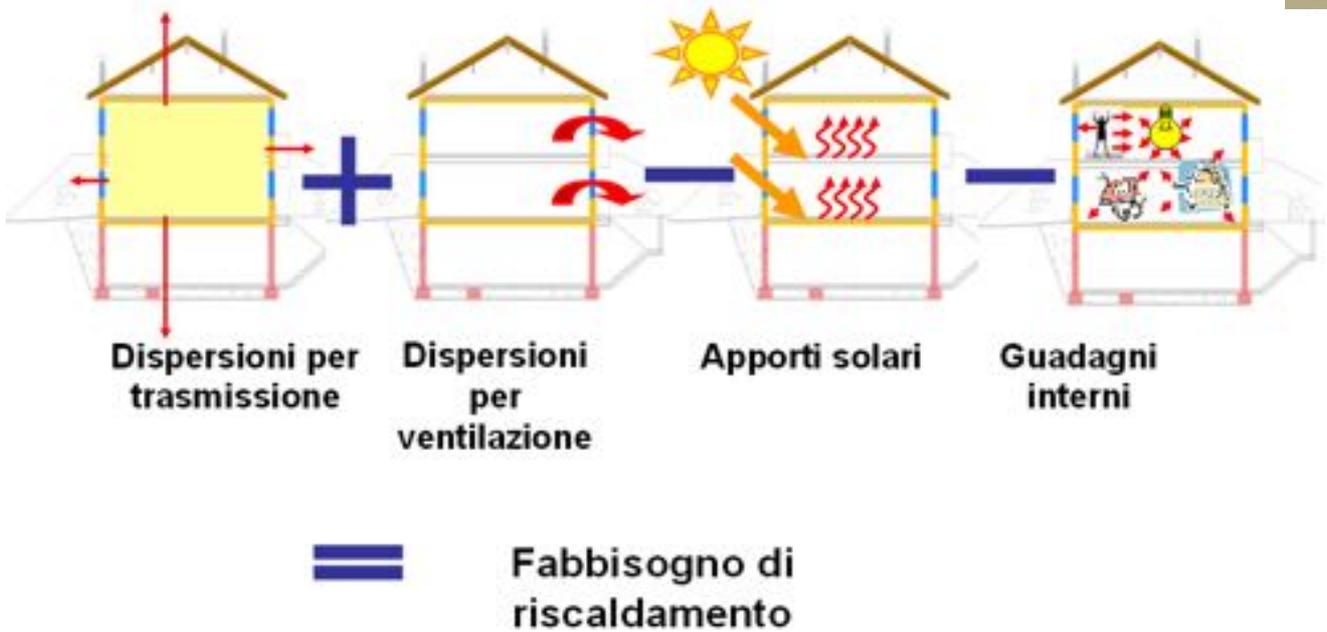
\* tipicamente 20°C (in presenza di temperatura più bassa all'esterno)



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Bilancio energetico

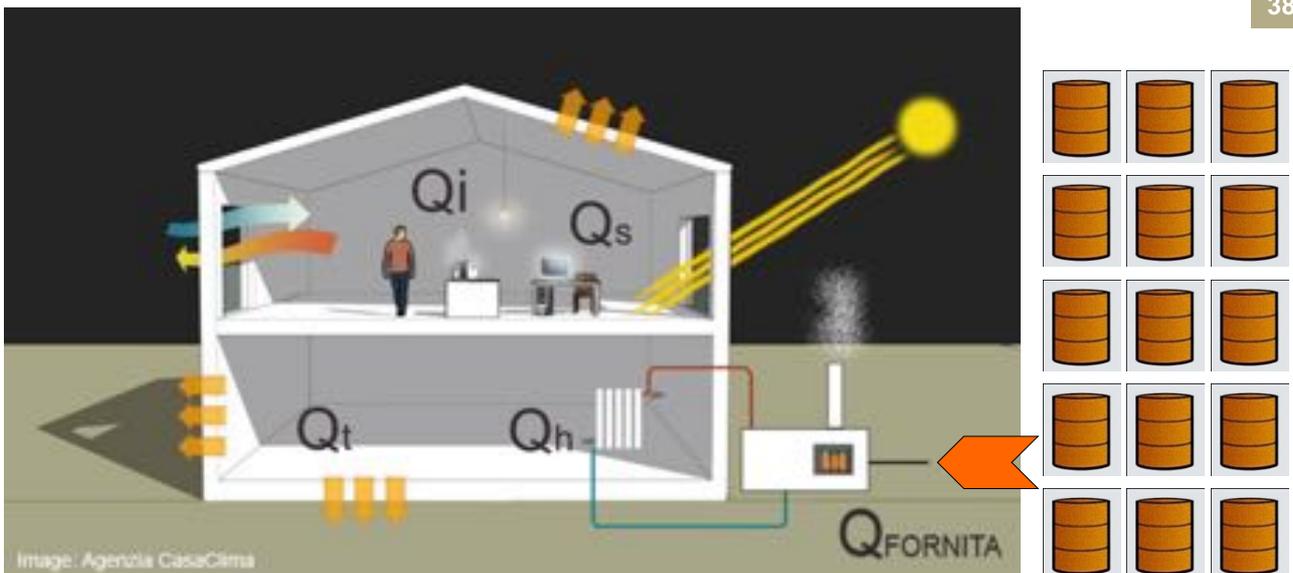
37



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Bilancio energetico

38

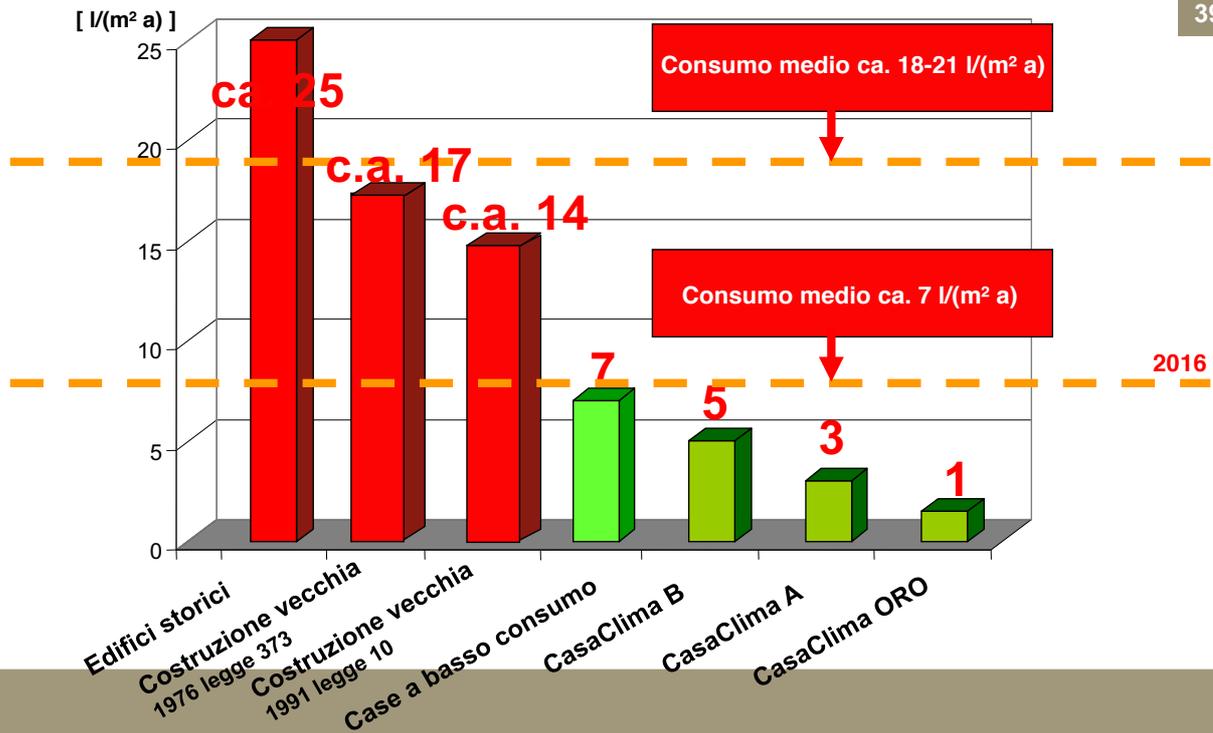


**Sarà dunque necessario in inverno riscaldare l'edificio. Il consumo energetico è funzione diretta del fabbisogno energetico necessario a mantenere l'equilibrio. Quanto meglio isolato sarà l'edificio e ridotte le perdite per ventilazione, tanto più basso sarà il consumo.**

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Consumo energetico specifico per riscaldamento

39



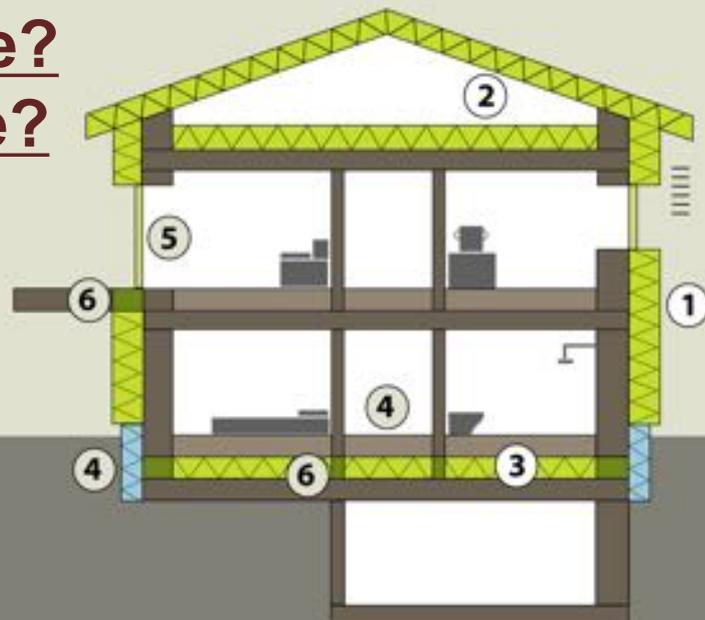
fonte: P. Erlacher

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Dispersioni per trasmissione

Isolazione: definizione dell'involucro

...come isolare?  
...dove isolare?



- ① parete verso l'esterno
- ② tetto o ultimo solaio
- ③ solaio verso terreno, garage o scantinato non riscaldato
- ④ isolamento contro terra
- ⑤ finestre altamente isolanti
- ⑥ isolamento dei ponti termici

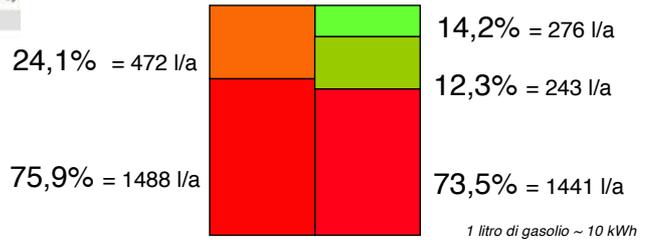
Image: Agenzia CasaClima by Rudi

# Bilancio di un edificio

41

Involucro edilizio	
superficie di dispersione termica dell'involucro	$A_b = 552,72 \text{ m}^2$
rapporto superficie dell'involucro riscaldato / volume lordo riscaldato	$A/V = 0,66 \text{ l/m}$
Coefficiente medio di trasmissione	
coefficiente medio di trasmissione dell'involucro dell'edificio	$U_{in} = 0,58 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Guadagni e perdite energetiche riferite al comune di ubicazione	
perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento	$Q_T = 14.880 \text{ kWh/a}$
perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento	$Q_V = 4.723 \text{ kWh/a}$
guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento	$Q_i = 2.763 \text{ kWh/a}$
guadagni termici solari durante il periodo di riscaldamento	$Q_s = 2.433 \text{ kWh/a}$
rapporto tra guadagni termici e perdite di calore	$\gamma = 27 \%$
Fabbisogno energetico e potenza termica	
grado di utilizzo degli apporti di calore	Trieste CASACLIMA standard $\eta = 0,98 \quad 0,98$
fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento	$Q_R = 14.511 \quad 13.937 \text{ kWh/a}$
potenza di riscaldamento dell'edificio	$P_{tot} = 10,70 \quad 10,49 \text{ kW}$
potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta	$P_1 = 48,45 \quad 47,50 \text{ W/m}^2$
fabbisogno di calore per riscaldamento specifico alla superficie netta	$HWB_{NGF, vwh} = 65,72 \quad 63,13 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

Fabbisogno di calore per la climatizzazione invernale **relativo al sito di progetto**



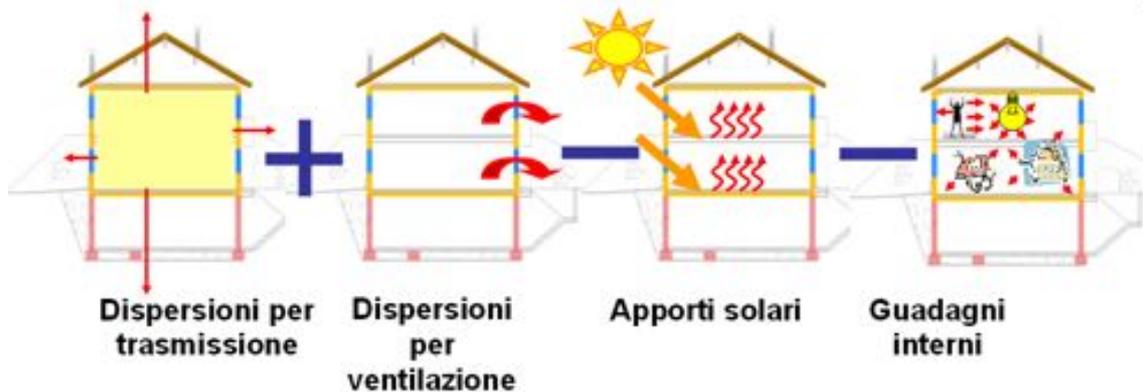
Grado di utilizzo degli apporti di calore  $\eta = 1,00$  senza il rendimento dell'impianto

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

fonte: arch. C. Bortolini

# Bilancio di un edificio

42



$$1488 \text{ l} + 472 \text{ l} - 276 \text{ l} - 243 \text{ l}$$

**Fabbisogno di riscaldamento = 1441 litri di gasolio**

$$1441 \text{ litri di gasolio} / 226 \text{ m}^2 = 6,3 \text{ l/(m}^2\text{a)}$$

$$1441 \text{ litri di gasolio} \times 1,40 \text{ €/l} = 2.017 \text{ €}$$

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

fonte: arch. C. Bortolini

# Valore U di una finestra Uw



Il valore Uw è il risultato della combinazione delle tre parti che compongono il serramento.

$U_g$  = valore U del vetro

$\Psi$  = ponte termico lineare del distanziatore

$U_f$  = valore U del telaio

????

$g$  = fattore solare

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

# Edificio residenziale a Treviso – caso studio

Descrizione	Valore g	L cm	Ug W/m²K	Rn Ante	Combinazioni Materiali	Uf W/m²K	Ug W/m²K	Classe Natura Finestra
1 F1 - una ante	0.63	7.40	0.00	1	Serramento in legno o in materiale plastico - con pannello	1.10	1.20	
2 F2 - due ante	0.63	8.80	0.00	2	Serramento in legno o in materiale plastico - con pannello	1.10	1.20	
3 F3 - due ante scorrevole	0.55	8.50	0.00	4	Serramento in legno o in materiale plastico - con pannello	1.10	1.10	
4 Rotolo	0.54	8.00	1.50	0		0.00	0.00	
5 PF1 - portafinestra una ante	0.55	10.00	0.00	1	Serramento in legno o in materiale plastico - con pannello	1.10	1.10	
6 Tipo Finestra	0.00	0.00	0.00					

Serramenti a norma  $U_f = 2,5$

Descrizione	Valore g	L cm	Ug W/m²K	Rn Ante	Combinazioni Materiali	Uf W/m²K	Ug W/m²K	Classe Natura Finestra
1 F1 - una ante	0.63	7.40	0.00	1	Serramento in legno o in materiale plastico - con pannello	2.50	1.20	
2 F2 - due ante	0.63	8.80	0.00	2	Serramento in legno o in materiale plastico - con pannello	2.50	1.20	
3 F3 - due ante scorrevole	0.55	8.50	0.00	4	Serramento in legno o in materiale plastico - con pannello	2.50	1.10	
4 Rotolo	0.54	8.00	1.50	0		0.00	0.00	
5 PF1 - portafinestra una ante	0.55	10.00	0.00	1	Serramento in legno o in materiale plastico - con pannello	2.50	1.10	
6 Tipo Finestra	0.00	0.00	0.00	0		0.00	0.00	

Qn	Descrizione	Tipo Finestra	Elemento Strutturale
1	1 Finestra terra	F2 - due ante	muro esterno
2	3 Finestra	F1 - una ante	muro esterno
3	1 Finestra primo	F2 - due ante	muro esterno
4	1 Finestra P1	PF1 - portafinestra una ante	muro esterno
5	1 Finestra terra	F3 - due ante scorrevole	muro esterno
6	1 Finestra primo	F3 - due ante scorrevole	muro esterno
7	1 Finestra primo	PF1 - portafinestra una ante	muro esterno
8	1 Finestra primo	F1 - una ante	muro esterno
9	1 Finestra su tetto	Rotolo	tetto
10	1 Finestra terra	PF1 - portafinestra una ante	muro esterno
11	1 Finestra		

Serramenti di progetto  $U_f = 1,1$

Qn	Descrizione	Tipo Finestra	Elemento Strutturale	Orientamento	Omb	L m	H m	A <sub>gl</sub> m²	A <sub>gt</sub> m²	U <sub>f</sub> W/m²K	A <sub>gl</sub> ·U <sub>f</sub> W/K	Valore g
1	1 Finestra terra	F2 - due ante	muro esterno	Nord-Est		1.50	1.40	2.10	1.51	1.78	3.74	0.63
2	3 Finestra	F1 - una ante	muro esterno	Sud-Est		1.00	1.40	4.20	3.20	1.60	7.10	0.63
3	1 Finestra primo	F2 - due ante	muro esterno	Sud-Est		1.50	1.40	2.10	1.51	1.78	3.74	0.63
4	1 Finestra P1	PF1 - portafinestra una ante	muro esterno	Sud-Est		1.00	2.40	2.40	1.76	1.62	3.90	0.55
5	1 Finestra terra	F3 - due ante scorrevole	muro esterno	Sud-Ovest		3.00	2.40	7.20	5.74	1.58	11.37	0.55
6	1 Finestra primo	F3 - due ante scorrevole	muro esterno	Sud-Ovest		3.00	2.20	6.60	5.23	1.59	10.50	0.55
7	1 Finestra primo	PF1 - portafinestra una ante	muro esterno	Sud-Ovest		1.00	2.20	2.20	1.60	1.63	3.60	0.55
8	1 Finestra primo	F1 - una ante	muro esterno	Nord-Ovest		1.00	1.40	1.40	1.07	1.69	2.37	0.63
9	1 Finestra su tetto	Rotolo	Tetto	Nord-Est		0.85	0.85	0.72	0.48	1.50	1.08	0.54
10	1 Finestra terra	PF1 - portafinestra una ante	muro esterno	Ovest		1.00	2.40	2.40	1.76	1.62	3.90	0.55
11	1 Finestra					0.00	0.00					

Incidenza dei serramenti nell'efficienza complessiva

# Edificio residenziale a Treviso – caso studio

**Involucro edificio**

Superficie disperdente dell'involucro  $A_B = 410.86 \text{ m}^2$

Rapporto superficie disperdente dell'involucro / volume lordo riscaldato  $A/V = 0.79 \text{ 1/m}$

**Coefficiente medio di trasmissione**

Coefficiente medio di trasmissione dell'involucro dell'edificio  $U_m = 0.3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

**Guadagni e perdite energetiche riferite al comune di ubicazione**

Perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento  $Q_{tr} = 6931 \text{ kWh/a}$

Perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento  $Q_{v} = 1108 \text{ kWh/a}$

Guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento  $Q_i = 1881 \text{ kWh/a}$

Guadagni termici solari durante il periodo di riscaldamento  $Q_s = 3973 \text{ kWh/a}$

Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore  $Y = 72 \%$

**Fabbisogno energetico e potenza termica**

Grado di utilizzo degli apporti di calore  $\eta = 0.94$

Fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento  $Q_{th} = 2599 \text{ kWh/a}$

Potenza di riscaldamento dell'edificio  $P_{tot} = 3.54 \text{ kW}$

**Potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta**

Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta  $P_s = 28.95 \text{ kWh/m}^2$

**EFFICIENZA INVOLUCRO**

**Involucro edificio**

Superficie disperdente dell'involucro  $A_B = 410.86 \text{ m}^2$

Rapporto superficie disperdente dell'involucro / volume lordo riscaldato  $A/V = 0.79 \text{ 1/m}$

**Coefficiente medio di trasmissione**

Coefficiente medio di trasmissione dell'involucro dell'edificio  $U_m = 0.3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

**Guadagni e perdite energetiche riferite al comune di ubicazione**

Perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento  $Q_{tr} = 6931 \text{ kWh/a}$

Perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento  $Q_{v} = 1108 \text{ kWh/a}$

Guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento  $Q_i = 1881 \text{ kWh/a}$

Guadagni termici solari durante il periodo di riscaldamento  $Q_s = 3973 \text{ kWh/a}$

Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore  $Y = 72 \%$

**Fabbisogno energetico e potenza termica**

Grado di utilizzo degli apporti di calore  $\eta = 0.94$

Fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento  $Q_{th} = 2599 \text{ kWh/a}$

Potenza di riscaldamento dell'edificio  $P_{tot} = 3.54 \text{ kW}$

**Potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta**

Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta  $H_{WB_{netto}} = 21.23 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

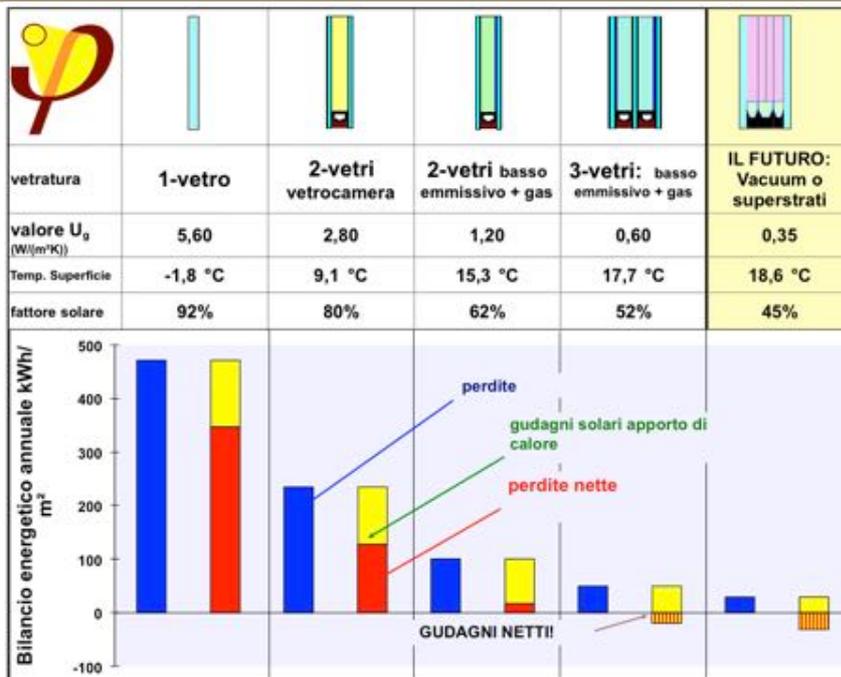
**EFFICIENZA INVOLUCRO**

Serramenti  $U_f = 1,1$   
Edificio Certificato 17KWh

Serramenti  $U_f = 2,5$   
Edificio a 21KWh

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

# Valori importanti del vetro



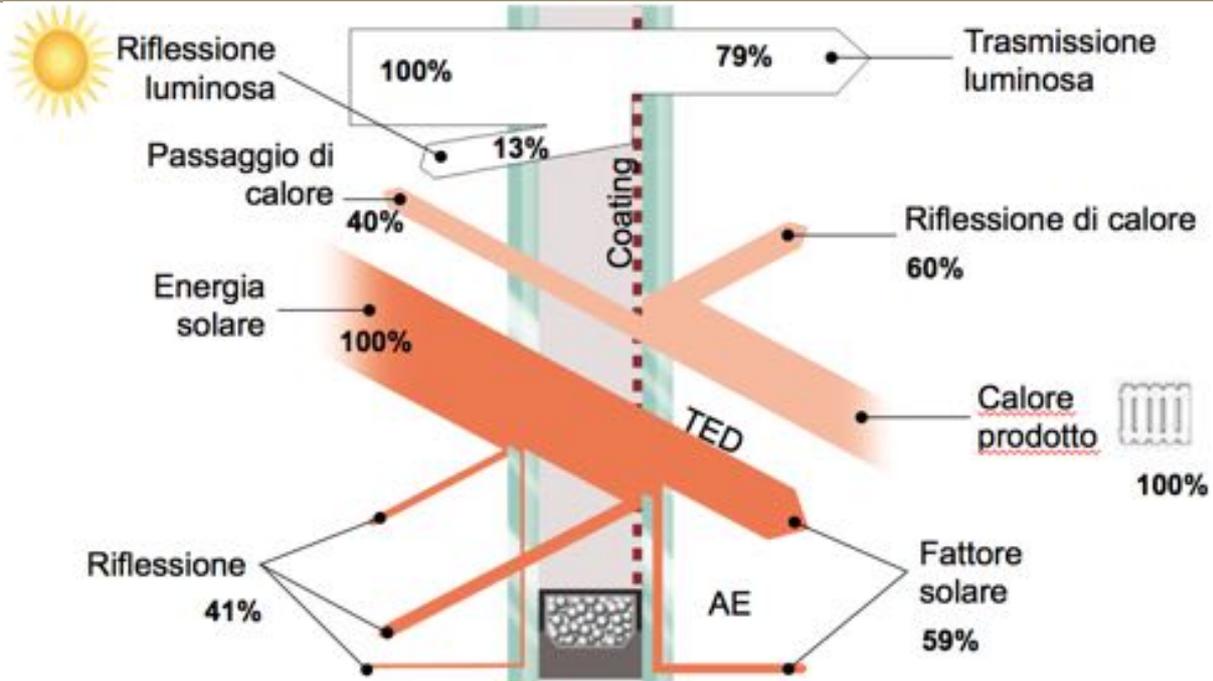
46

Esempio di possibili guadagni in una facciata a sud  
Certificazione CE sul valore  $U_g$  del vetro obbligatoria dal Marzo 2007, non esistono proroghe.

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Fattore solare del vetro

47



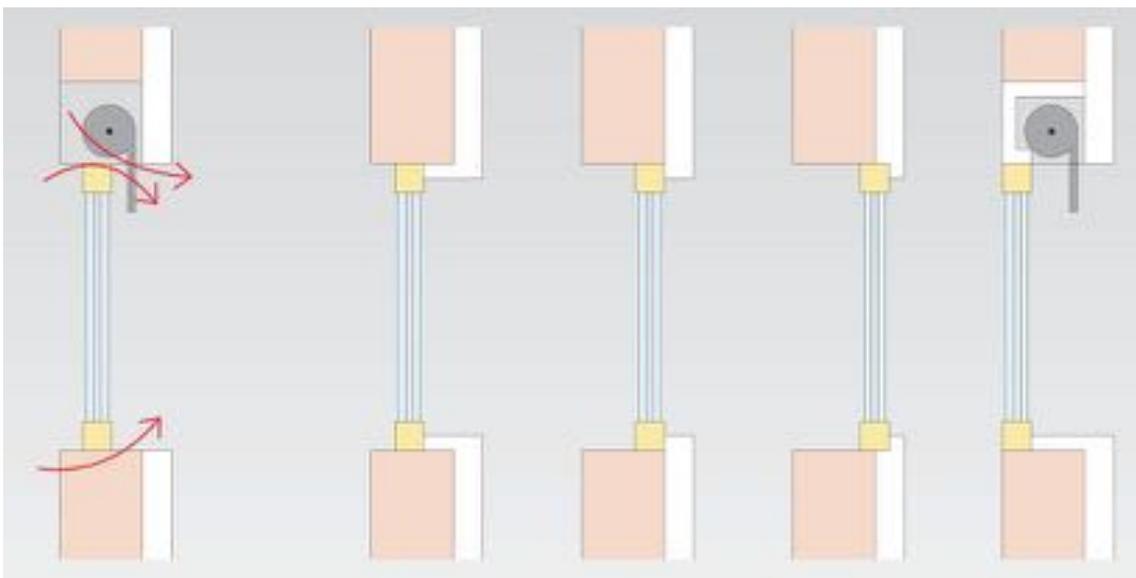
Esempio di un vetro 3+3/16/4+4 b.e.

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

fonte: Arch. M. Benedikter

## Posizionamento del serramento

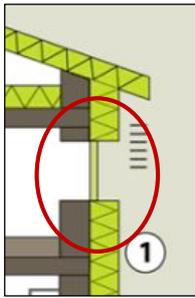
48



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

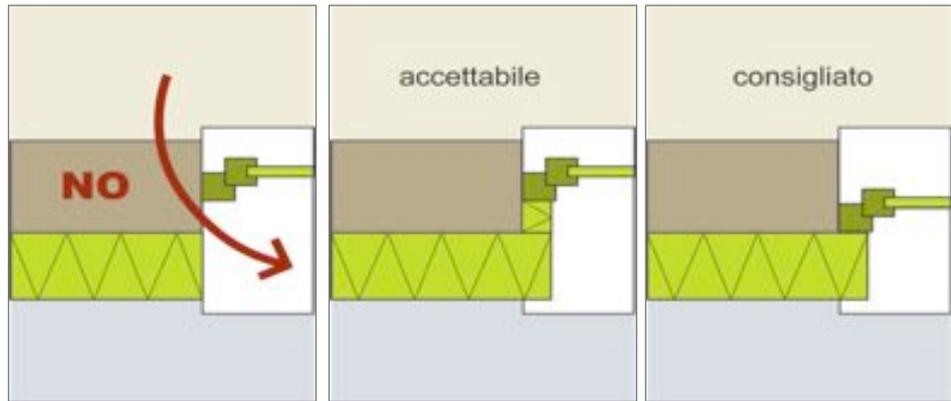
fonte: arch. F. Dandri

## Eliminazione di ponti termici nei dettagli



### Posa dei serramenti

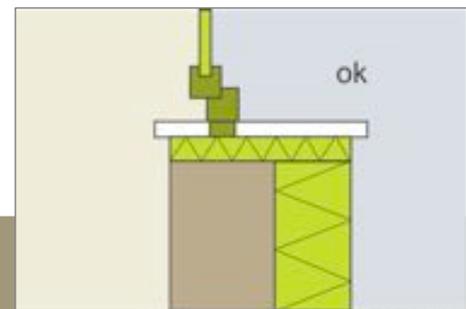
La connessione fra serramento e parete costituisce un punto delicato sia per la formazione di ponti termici che perché si tratta di punti delicati da sigillare per avere una buona tenuta all'aria.



Spalletta (sezione orizzontale)



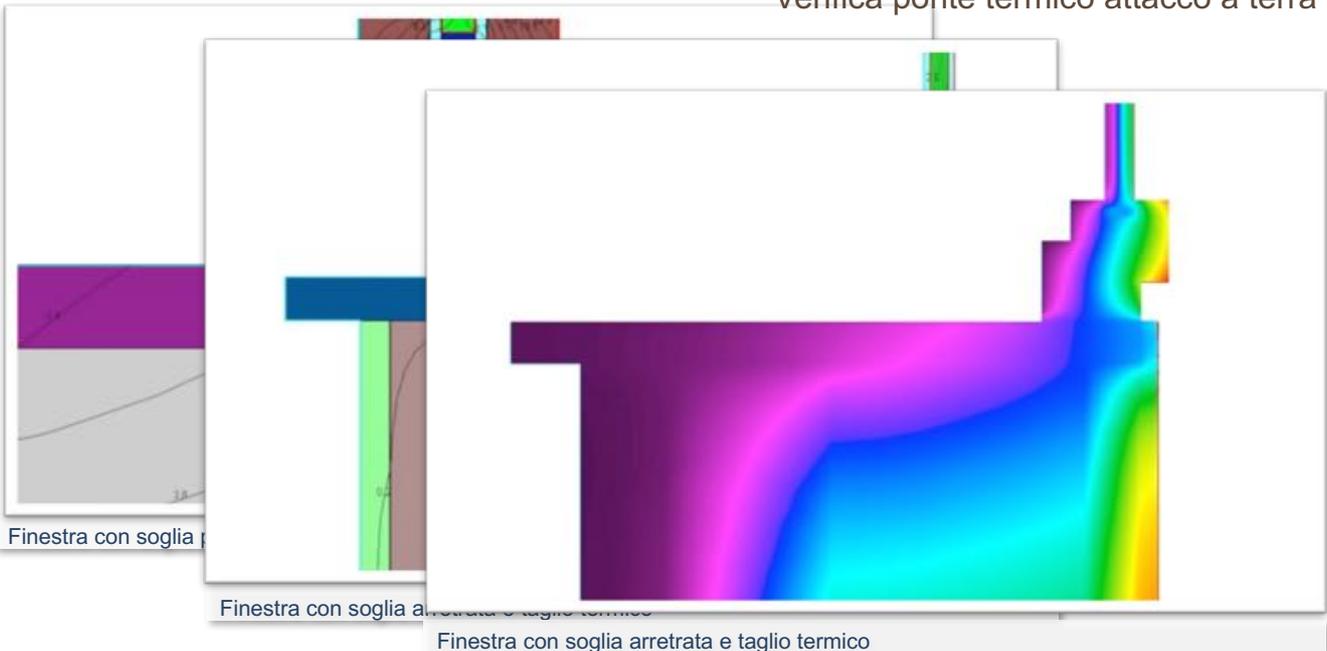
Davanzale (sezione verticale)



Archit. C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Dispersioni termiche dell'involucro

### Verifica ponte termico attacco a terra



## Soluzioni per soglie/davanzali

51



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Posizionamento del serramento

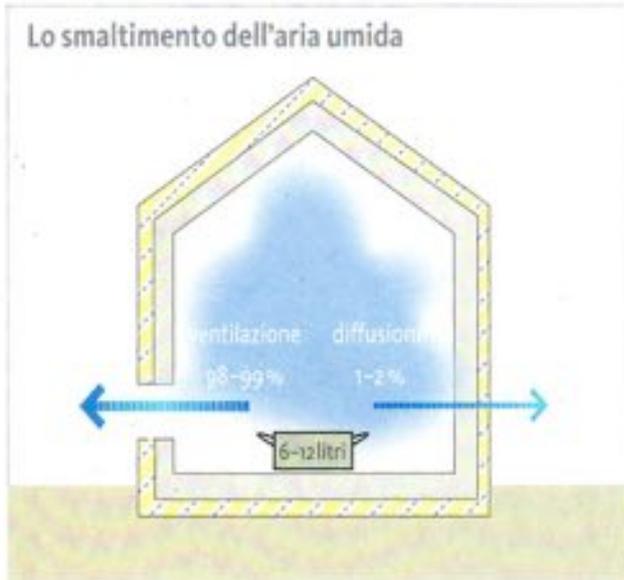
52



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Condensa

53



Umidità relativa a 20 °C	Temperatura di condensazione °C
90%	18,3
80%	16,4
70%	14,4
60%	12
50%	9,3
40%	6
30%	1,9

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Condensa

54



### CONCLUSIONI:

L'isolamento collocato all'interno può comportare problemi legati alla formazione della condensa, che dipendono anche dal tipo di materiale isolante e dallo spessore dello stesso.

### POSSIBILI SOLUZIONI:

Diffusione attraverso i materiali: 

1. verifica progettuale
2. posa di un freno al vapore

Passaggio d'aria negli interstizi dell'involucro: 

1. corretta progettazione ed esecuzione dei dettagli
2. posa di uno strato di tenuta all'aria

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Ponti termici

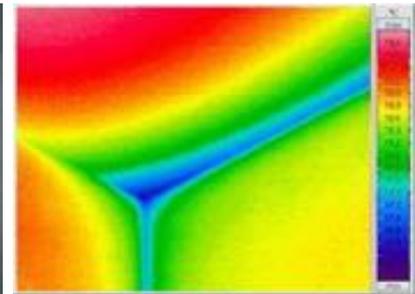
Raffreddamento della superficie interna vicino o inferiore alla temperatura di rugiada (in inverno per 20° C umidità relativa di 70%, 80% è circa 14° C ) causando fenomeni di condensa superficiale e possibile formazione di macchie e muffe.

55

Con il **100%** di umidità all'esterno a **0°**  
se porto dentro quell'aria e la riscaldo  
avrò il **28%** di umidità all'interno a **20°**



Con il **95%** di umidità all'esterno a **10°**  
se porto dentro quell'aria e la riscaldo  
avrò il **50%** di umidità all'interno a **20°**



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

fonte: arch. L. Devigili

## Ponti termici

56

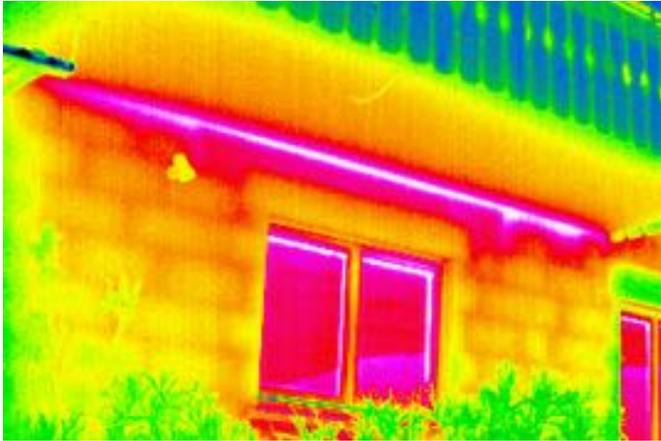


Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Ponti termici

57

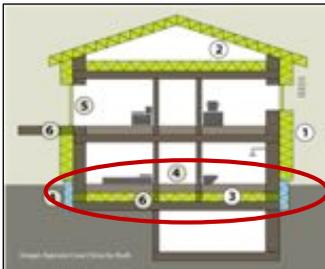
Le dispersioni termiche causate dai ponti termici mediamente possono essere valutate al 20%-30% rispetto alle dispersioni termiche globali.



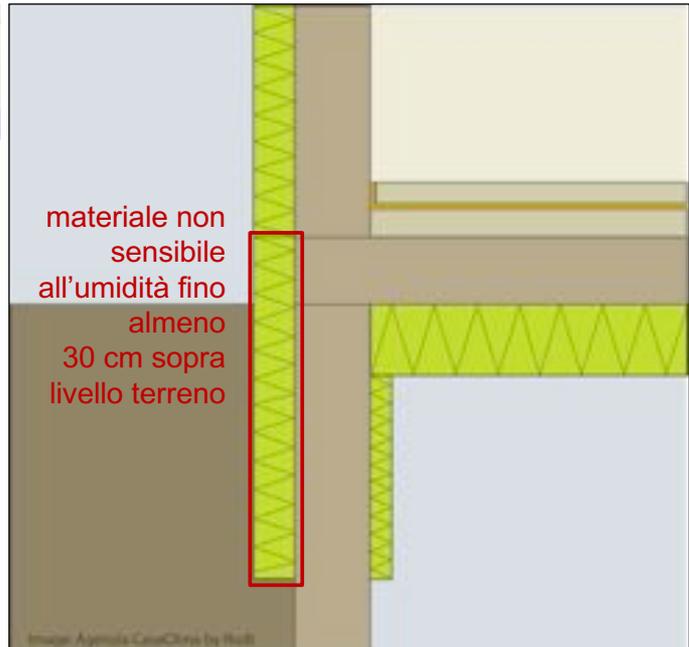
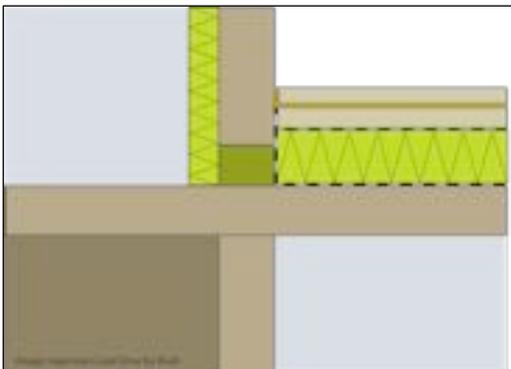
Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

fonte: arch. L. Devigili

## Solaio verso terreno o scantinato



Taglio termico alla base delle pareti sia perimetrali che interne

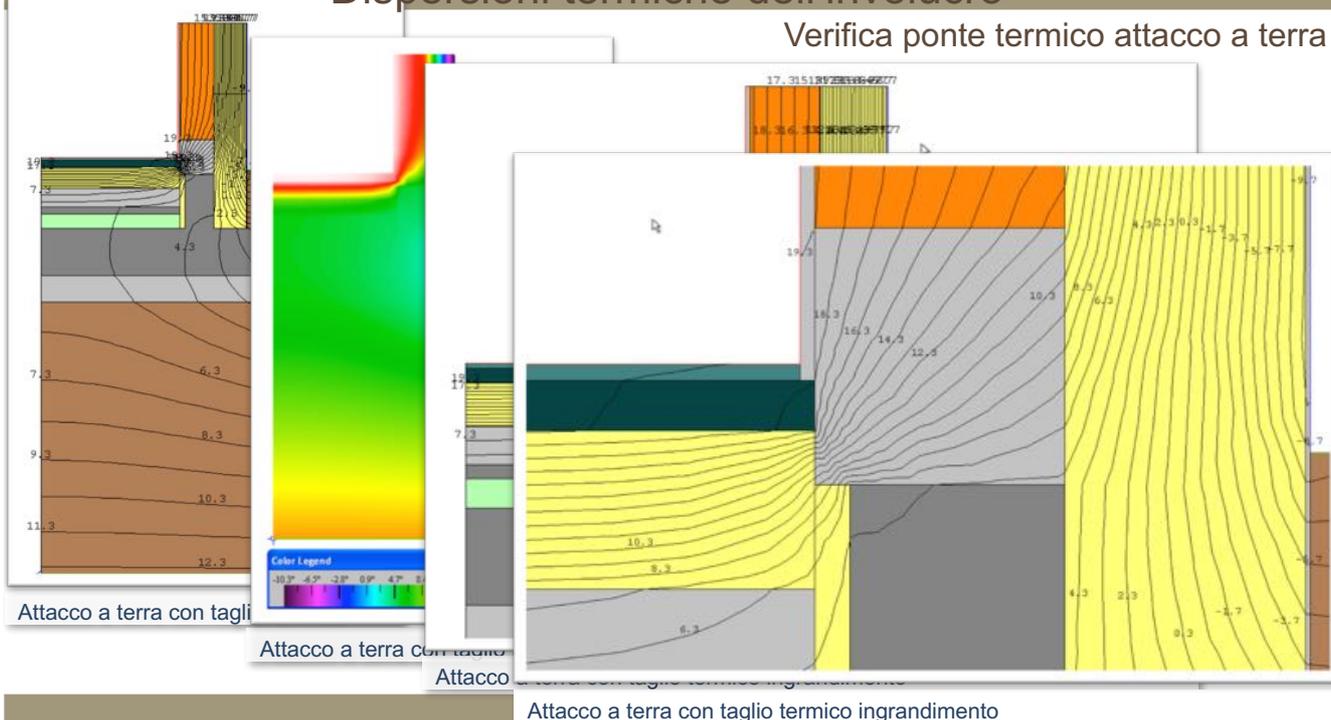


Si può scegliere di coibentare sia al di sopra che al di sotto del solaio verso un piano interrato non riscaldato o verso il terreno. Nel primo caso è possibile interrompere il ponte termico costituito dall'attacco a terra delle strutture portanti con elementi a taglio termico (es. vetro cellulare), nel secondo caso conviene invece impacchettare la struttura risvoltando l'isolante per almeno 1m.

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

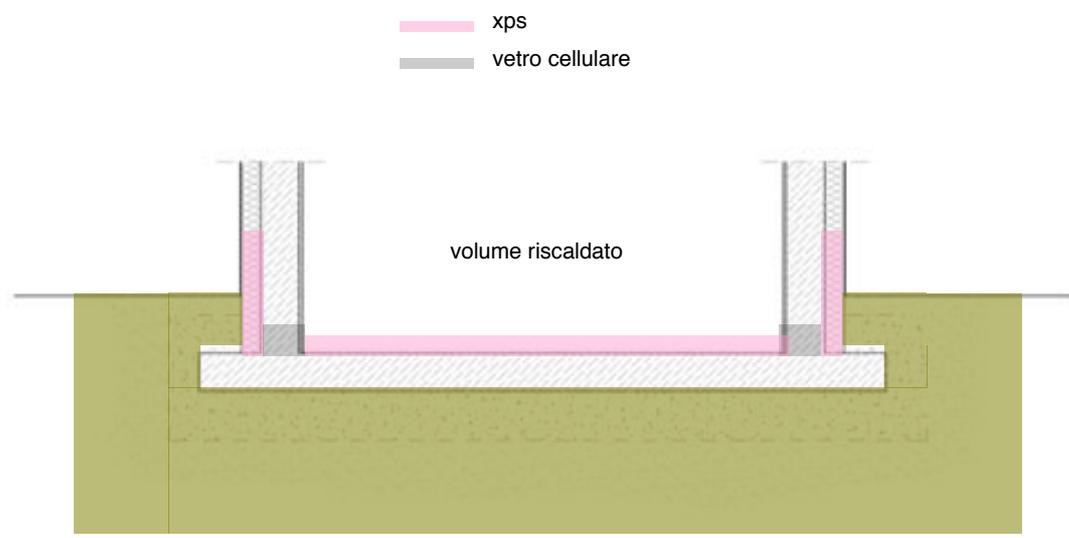
# Dispersioni termiche dell'involucro

## Verifica ponte termico attacco a terra



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

# Soluzioni per il piano terra/interrato



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Soluzioni per il piano terra/interrato

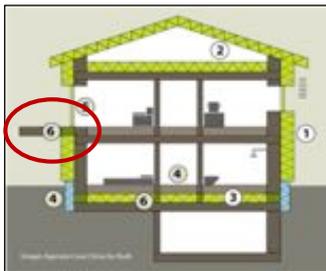
61

### Tagli termico delle murature



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

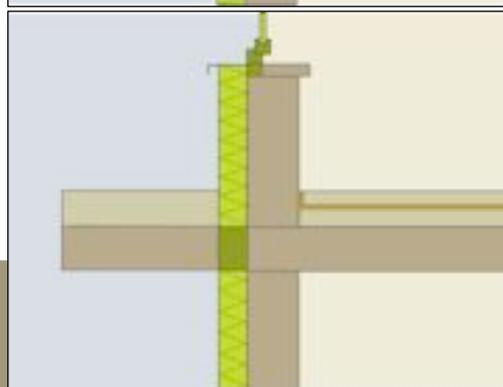
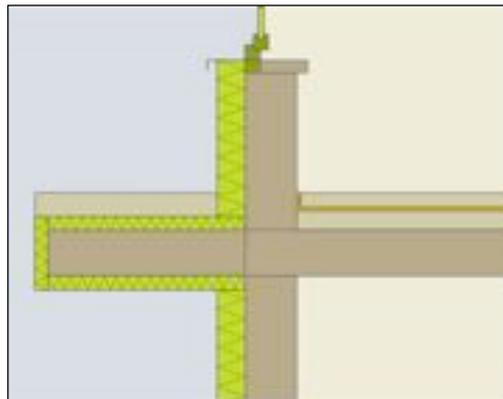
## Ponti termici: balcone



### Balcone

La soletta a sbalzo di un balcone costituisce il più "classico" dei ponti termici di un edificio. Sono in pratica 3 le modalità con cui è possibile correggerlo:

- 1 - creare una struttura autoportante disgiunta
- 2 - impacchettarlo sopra e sotto con isolante
- 3 - utilizzare appositi "disgiuntori" strutturali



Separazione cls-cls



Separazione cls-acciaio



Separazione cls-legno

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Ponti termici

63

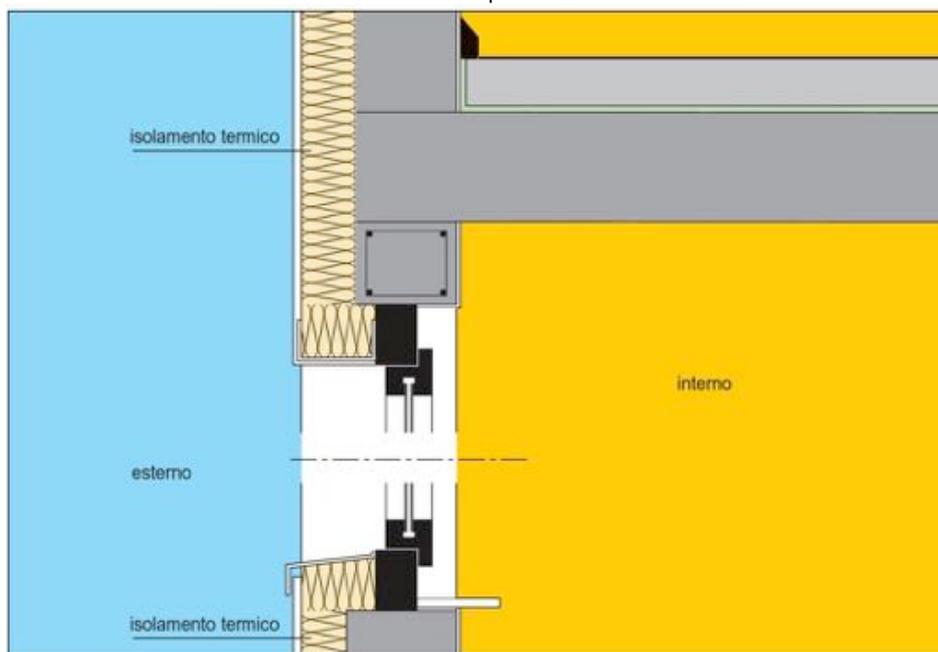


Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Ponti termici

Isolamento termico in corrispondenza dei fori finestra

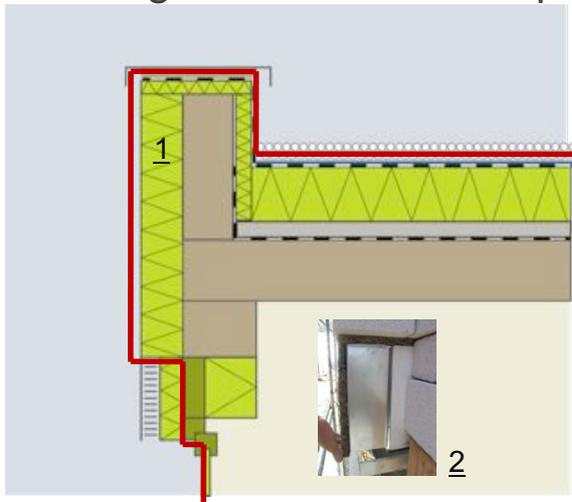
64



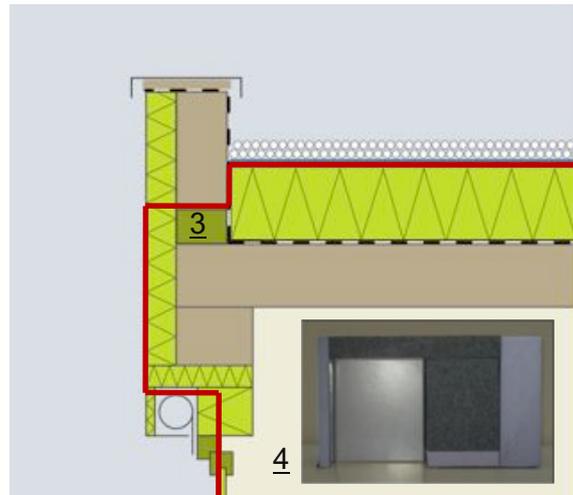
Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Dettagli: coronamento superiore e sistemi di oscuramento

65



- 1 Impacchettamento dell'attico  
2 Veneziana esterna



- 3 Taglio termico alla base del muretto  
4 Cassonetto coibentato con ispezione esterna

L'involucro riscaldato non deve presentare punti di discontinuità o deboli. Se si ripercorre il suo perimetro occorre poterlo fare tracciando una linea che rappresenta le superfici isolate corre senza mai interrompersi.

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Soluzioni cassonetti termici



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Il tetto

67



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

fonte: Riwegra

## Il tetto

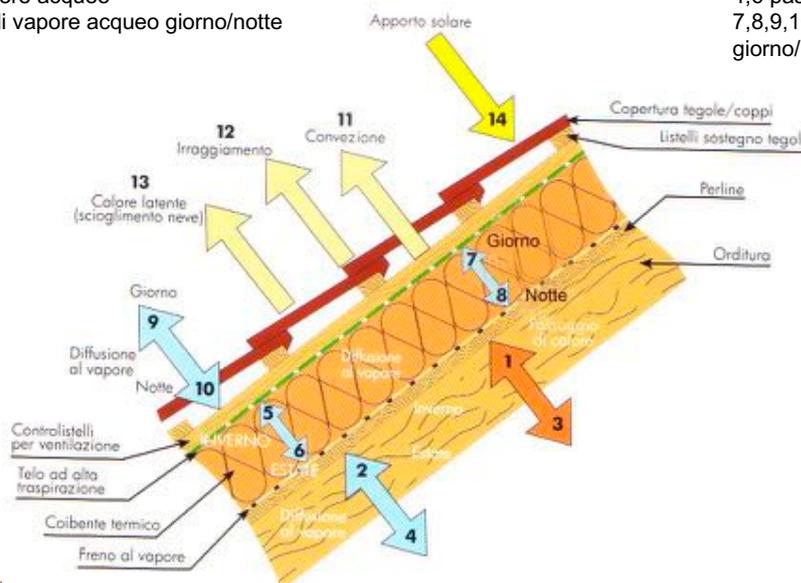
**INVERNO**

1 passaggio di calore  
2,5 passaggio di vapore acqueo  
7,8,9,10 passaggio di vapore acqueo giorno/notte

**ESTATE**

3 passaggio di calore  
4,6 passaggio di vapore acqueo  
7,8,9,10 passaggio di vapore acqueo giorno/notte

68



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

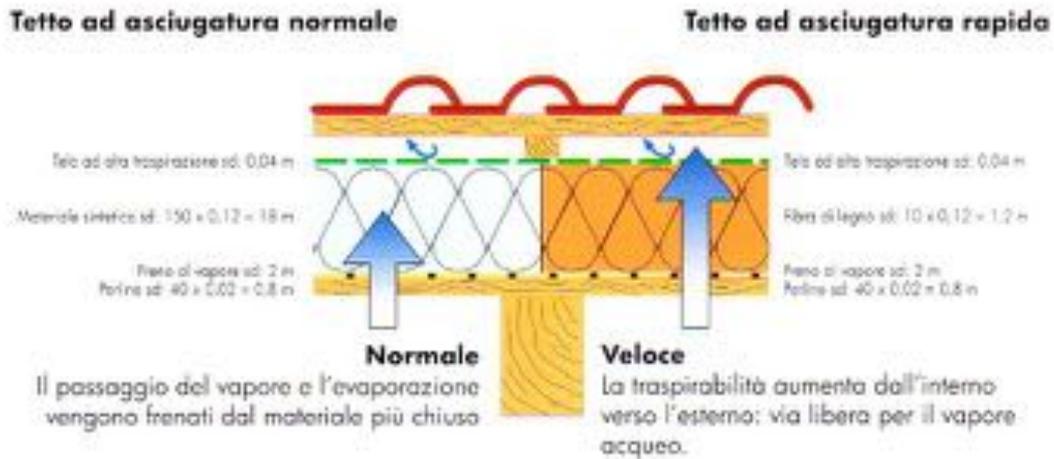
fonte: Riwegra

## Il tetto

# REGOLE PER UN PACCHETTO DI COPERTURA SENZA PROBLEMI DI CONDENZA

69

La resistenza termica dovrebbe aumentare dalla parte calda alla parte fredda  
La resistenza alla diffusione del vapore dovrebbe diminuire dalla parte calda alla parte fredda.

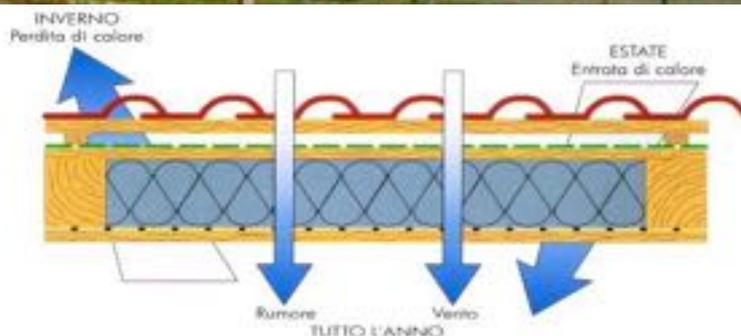


Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

fonte: Riwega

## La tenuta all'aria

70



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

fonte: Riwega - www.baupraxis.de

## Impermeabilizzazione all'aria e al vento

71



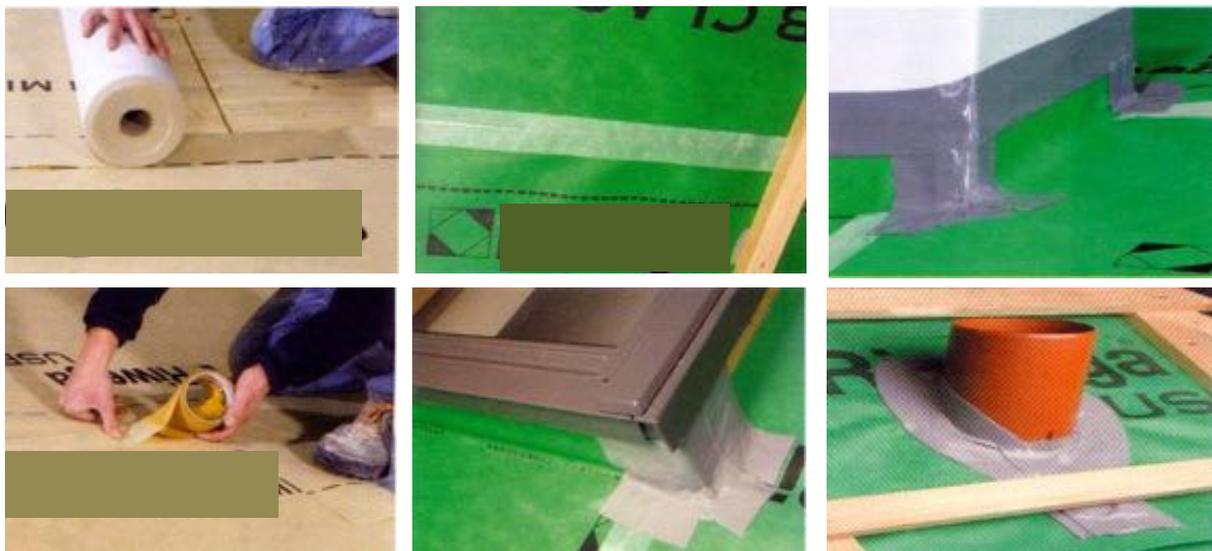
Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

fonte: arch. [www.energystar.gov](http://www.energystar.gov)

## Il tetto

### POSA IN OPERA FRENI A VAPORE E TELO TRASPIRANTE

72



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

fonte: Riwega

## Il tetto

### SISTEMI PER TENUTA ALL'ARIA

73

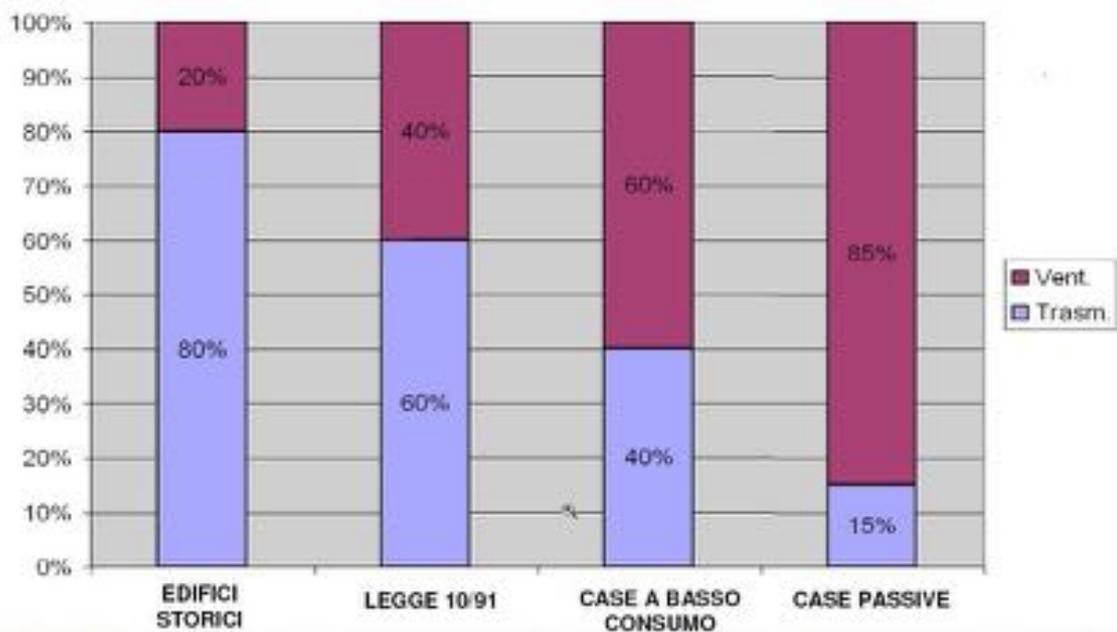


Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

fonte: Intello

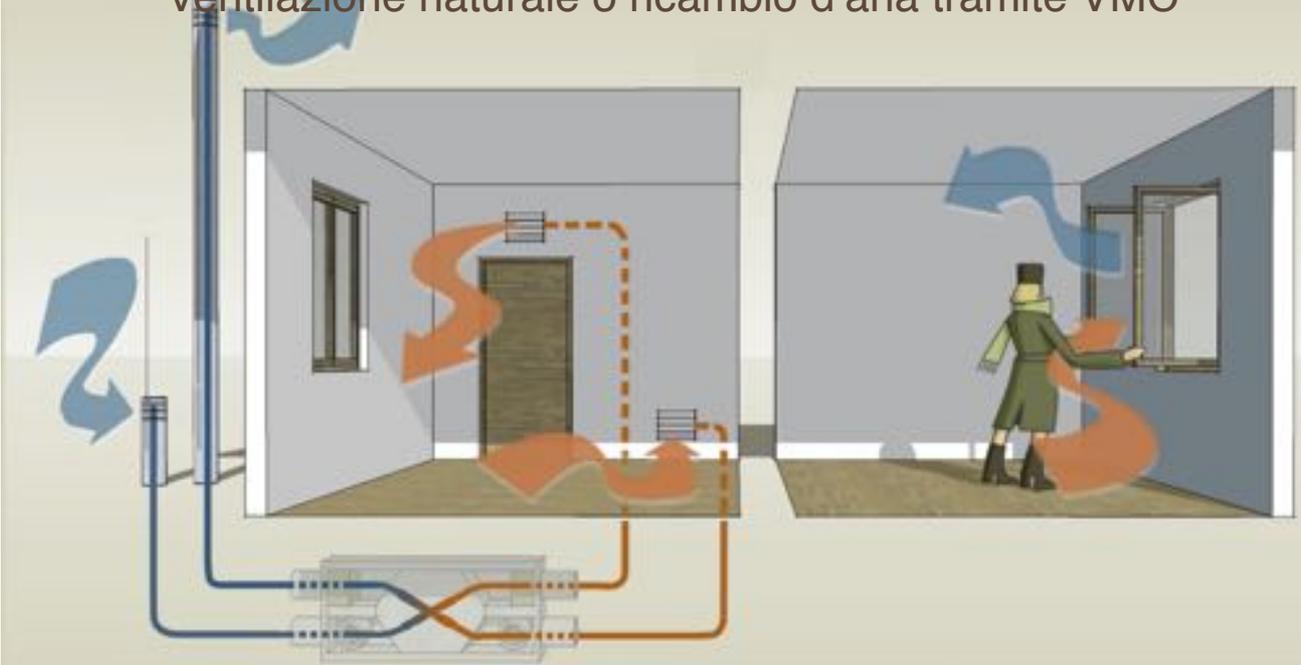
### Dispersioni per ventilazione

74



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Ventilazione naturale o ricambio d'aria tramite VMC



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Ricambio d'aria tramite VMC



Prova della tenuta all'aria "Blower Door Test"

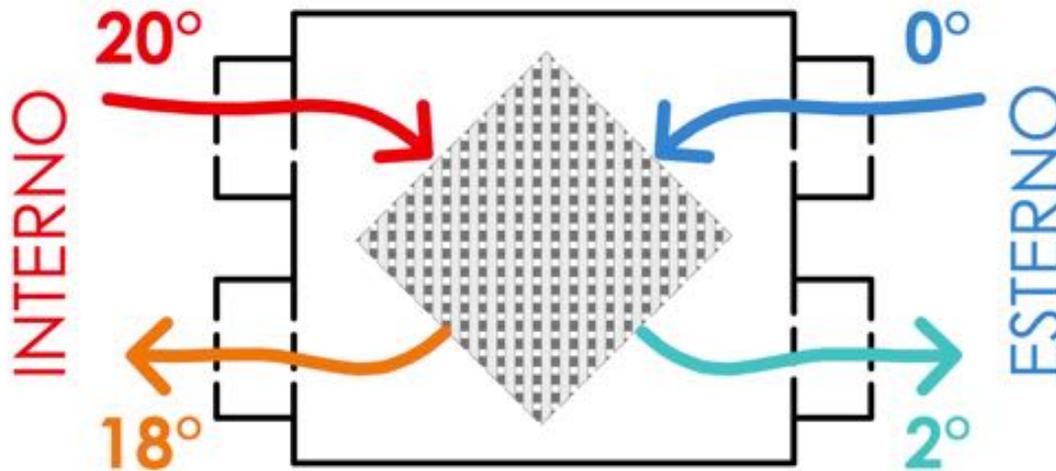


Macchina della Ventilazione Meccanica Controllata

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Ricambio d'aria tramite VMC

77



Funzionamento Ventilazione Meccanica Controllata con una efficienza di recupero del calore del 90%

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

Ventilazione Meccanica Controllata con recupero al 92%

CASA BASSO OTT 2011 (Copy 4): Ventilazione  Cucinare con Gas

	Descrizione	qV,f m³/h	ηv %	VN m³	tB h/d	Stato di Servizio	Fonte di Calore	Umidificazione	n 1/h
1	Ventilazione naturale	0	0	7.49	0				0.50
2	VMC 140 PT	119	92	192.00	24	Solo recupero di calore	Nulla	Nessuna umidificazione	0.15
3	VMC 140 P1	119	92	192.00	24	Solo recupero di calore	Nulla	Nessuna umidificazione	0.15
	Impianto di ventilazione								0.00

CASA BASSO OTT 2011 (Copy 4): Ventilazione  Cucinare con Gas

	Descrizione	qV,f m³/h	ηv %	VN m³	tB h/d	Stato di Servizio	Fonte di Calore	Umidificazione	n 1/h
1	Ventilazione naturale	0	0	7.49	0				0.50
2	VMC 140 PT	119	60	192.00	24	Solo recupero di calore	Nulla	Nessuna umidificazione	0.35
3	VMC 140 P1	119	60	192.00	24	Solo recupero di calore	Nulla	Nessuna umidificazione	0.35
	Impianto di ventilazione								0.00

Ventilazione Meccanica Controllata con recupero al 60%

Incidenza della VMC nell'efficienza complessiva

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

<b>Involucro edilizio</b>	
Superficie disperdente dell'involucro	$A_B = 410.86 \text{ m}^2$
Rapporto superficie disperdente dell'involucro / volume lordo riscaldato	$A/V = 0.79 \text{ 1/m}$
<b>Coefficiente medio di trasmissione</b>	
Coefficiente medio di trasmissione dell'involucro dell'edificio	$U_m = 0.27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

<b>Guadagni e perdite energetiche riferite al comune di ubicazione</b>
Perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento
Perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento
Guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento
Guadagni termici solari durante il periodo di riscaldamento
Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore
<b>Fabbisogno energetico e potenza termica</b>
Grado di utilizzo degli apporti di calore
Fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento
Potenza di riscaldamento dell'edificio
<b>Potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta</b>
Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta



VMC 92% recupero del calore  
Edificio Certificato 17KWh

<b>Involucro edilizio</b>	
Superficie disperdente dell'involucro	$A_B = 410.86 \text{ m}^2$
Rapporto superficie disperdente dell'involucro / volume lordo riscaldato	$A/V = 0.79 \text{ 1/m}$
<b>Coefficiente medio di trasmissione</b>	
Coefficiente medio di trasmissione dell'involucro dell'edificio	$U_m = 0.27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
<b>Guadagni e perdite energetiche riferite al comune di ubicazione</b>	
Perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento	$Q_T = 6327 \text{ KWh/a}$
Perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento	$Q_V = 2608 \text{ KWh/a}$
Guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento	$Q_i = 1881 \text{ KWh/a}$
Guadagni termici solari durante il periodo di riscaldamento	$Q_s = 3973 \text{ KWh/a}$
Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore	$Y = 66 \%$
<b>Fabbisogno energetico e potenza termica</b>	
Grado di utilizzo degli apporti di calore	$\eta = 0.95 \quad 0.95$
Fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento	$Q_{th} = 3389 \quad 3389 \text{ KWh/a}$
Potenza di riscaldamento dell'edificio	$P_{tot} = 3.91 \quad 3.91 \text{ KW}$
<b>Potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta</b>	
Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta	$P_s = 31.98 \quad 31.98 \text{ W/m}^2$
<b>EFFICIENZA INVOLUCRO</b>	
Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta	$HWB_{nd, \text{vorh}} = 27.69 \quad 27.69 \text{ KWh/(m}^2\text{a)}$



VMC 60% recupero del calore  
Edificio a 28KWh

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

<b>Involucro edilizio</b>	
Superficie disperdente dell'involucro	$A_B = 410.86 \text{ m}^2$
Rapporto superficie disperdente dell'involucro / volume lordo riscaldato	$A/V = 0.79 \text{ 1/m}$
<b>Coefficiente medio di trasmissione</b>	
Coefficiente medio di trasmissione dell'involucro dell'edificio	$U_m = 0.27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

<b>Guadagni e perdite energetiche riferite al comune di ubicazione</b>
Perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento
Perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento
Guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento
Guadagni termici solari durante il periodo di riscaldamento
Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore
<b>Fabbisogno energetico e potenza termica</b>
Grado di utilizzo degli apporti di calore
Fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento
Potenza di riscaldamento dell'edificio
<b>Potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta</b>
Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta



VMC 92% recupero del calore  
Edificio Certificato 17KWh  
Classe A CasaClima

<b>Involucro edilizio</b>	
Superficie disperdente dell'involucro	$A_B = 410.86 \text{ m}^2$
Rapporto superficie disperdente dell'involucro / volume lordo riscaldato	$A/V = 0.79 \text{ 1/m}$
<b>Coefficiente medio di trasmissione</b>	
Coefficiente medio di trasmissione dell'involucro dell'edificio	$U_m = 0.3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
<b>Guadagni e perdite energetiche riferite al comune di ubicazione</b>	
Perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento	$Q_T = 6974 \text{ KWh/a}$
Perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento	$Q_V = 3333 \text{ KWh/a}$
Guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento	$Q_i = 1881 \text{ KWh/a}$
Guadagni termici solari durante il periodo di riscaldamento	$Q_s = 2318 \text{ KWh/a}$
Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore	$Y = 41 \%$
<b>Fabbisogno energetico e potenza termica</b>	
Grado di utilizzo degli apporti di calore	$\eta = 0.98 \quad 0.98$
Fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento	$Q_{th} = 6192 \quad 6192 \text{ KWh/a}$
Potenza di riscaldamento dell'edificio	$P_{tot} = 4.52 \quad 4.52 \text{ KW}$
<b>Potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta</b>	
Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta	$P_s = 36.89 \quad 36.89 \text{ W/m}^2$
<b>EFFICIENZA INVOLUCRO</b>	
Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta	$HWB_{nd, \text{vorh}} = 50.58 \quad 50.58 \text{ KWh/(m}^2\text{a)}$



Orientamento sbagliato  
Telaio finestra 2,5 W/m2k  
VMC 60% recupero del calore  
Edificio a 51 KWh  
Classe C CasaClima

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Una CasaClima

Coniuga basso fabbisogno energetico + benessere abitativo

Risparmio energetico non vuol dire sacrificio

Definisce una classe energetica, non un linguaggio architettonico, quindi si può costruire con tutte le tecnologie

L'unico elemento vincolante per la certificazione CasaClima è lo standard di efficienza energetica e la qualità costruttiva

Non vincola o obbliga all'utilizzo di specifiche tecnologie ne per i materiali, ne per gli impianti



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Sistema Qualità

## CasaClima

1 - Qualità nella progettazione

(progettazione Integrata)

2 - Qualità nell'esecuzione in cantiere

(Direzione Lavori, controllo e direzione delle maestranze, posa a regola d'arte di materiali e tecnologie)

3 - Collaborazione e relazione continua

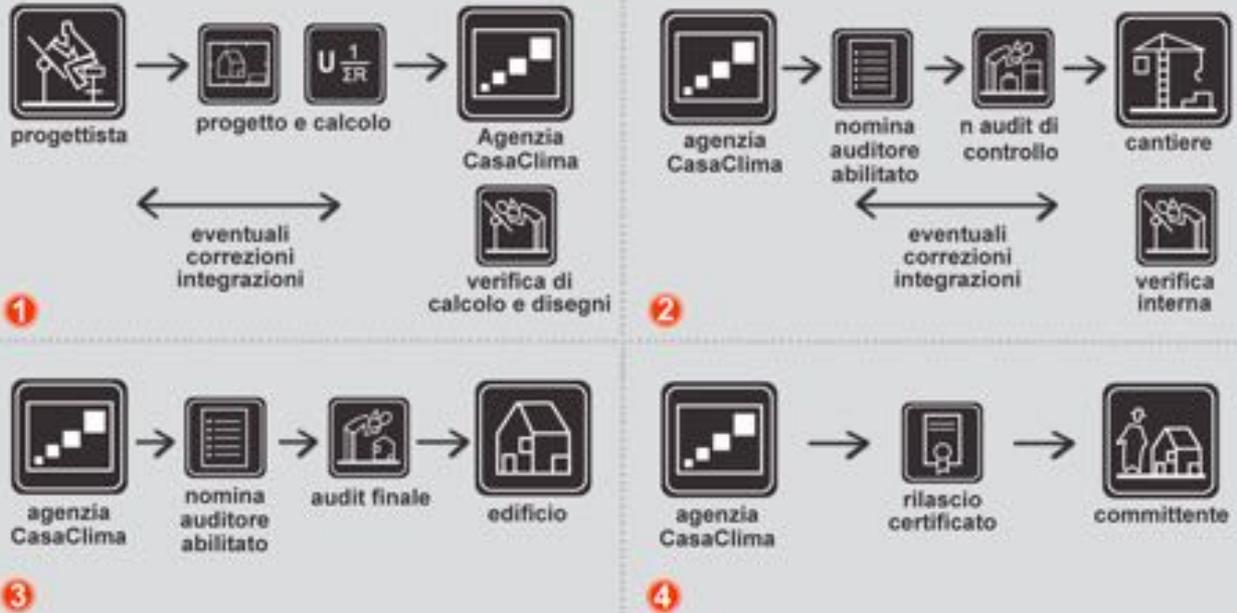
con l'agenzia che certifica



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Come si certifica una CasaClima

### Iter di certificazione CasaClima applicato per ogni edificio certificato



Se l'edificio rispetta i requisiti di qualità di progettazione ed esecuzione definiti dagli standard di qualità CasaClima e vi è conformità tra documentazione inviata ed esecuzione in cantiere l'edificio può essere certificato.

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio



Vista dell'edificio prima dell'intervento

Vista dell'edificio dopo l'intervento

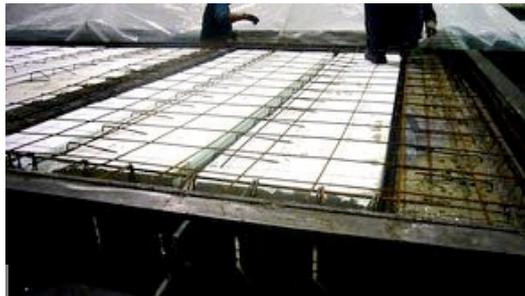


## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

### Le fasi di cantiere



Il getto della platea



Il getto dei pannelli



I pannelli in fabbrica

Data 24-11-2010

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

### Le fasi di cantiere



La posa del primo pannello

Data 03-12-2010



Posa dei pannelli del primo piano

Data 05-12-2010

Posa del solaio del primo piano



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

### Le fasi di cantiere

Posa pareti trasversali primo piano



Posa solaio di copertura

Data 14-12-2010

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

Posa timpano



Struttura edificio completata



Edificio quasi completato

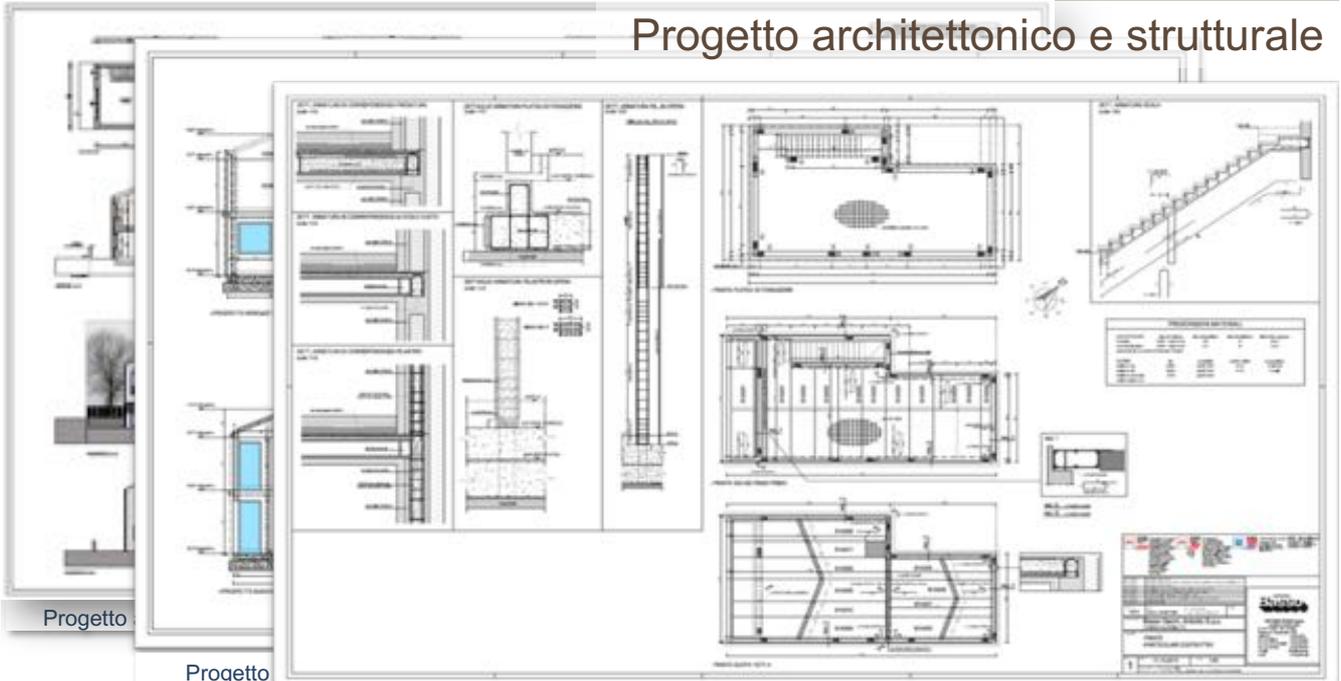
### Le fasi di cantiere

Data 17-12-2010

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

### Progetto architettonico e strutturale



Progetto

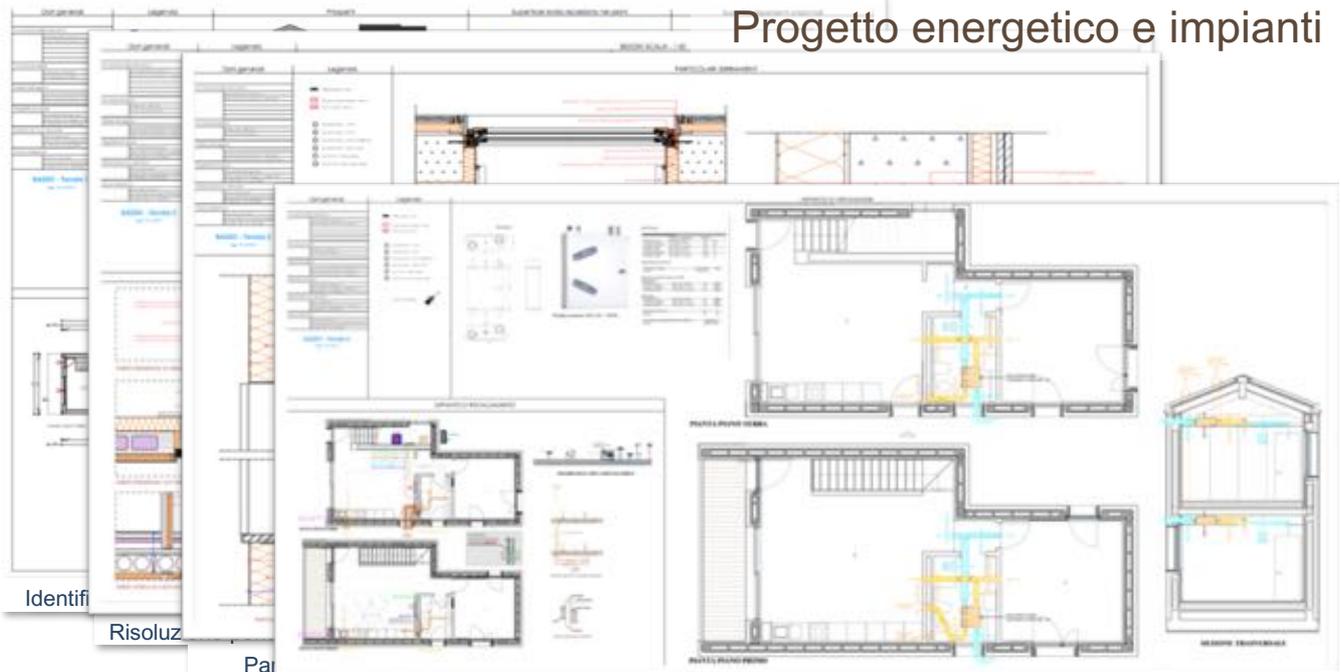
Progetto

Progetto prefabbricato piante e particolari

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

### Progetto energetico e impianti



Identif

Risoluz

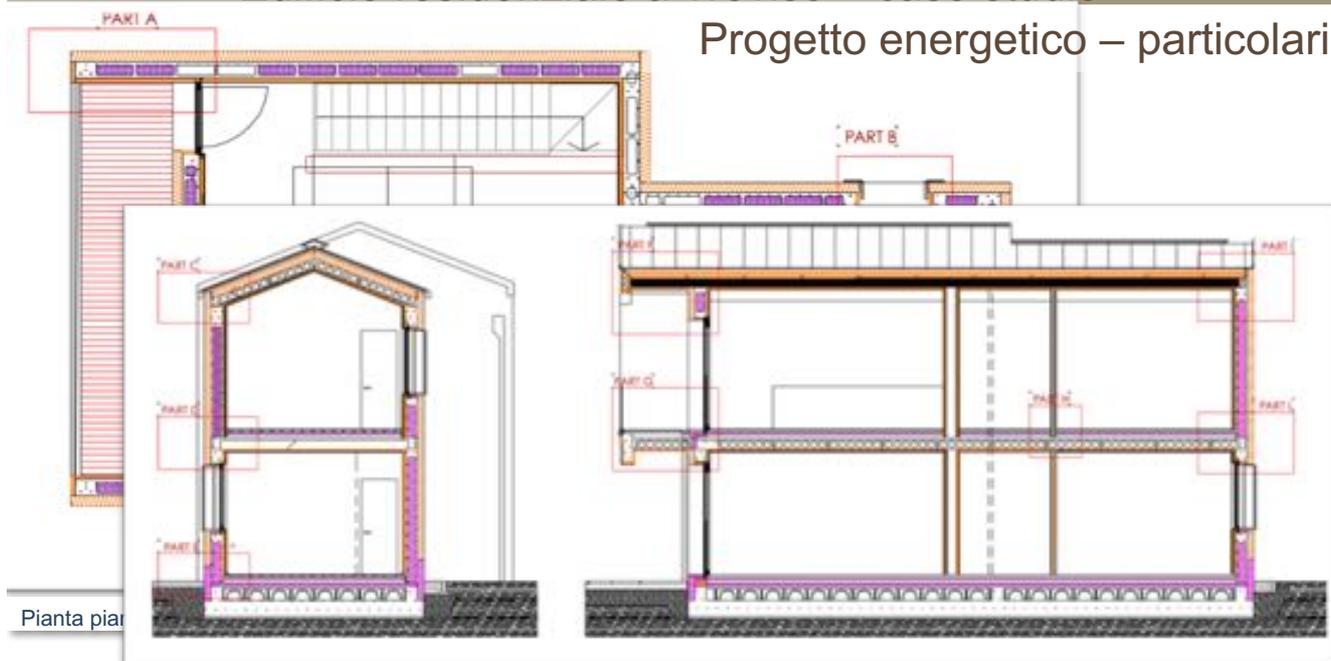
Pa

Progetto impianto di riscaldamento e condizionamento

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

### Progetto energetico – particolari

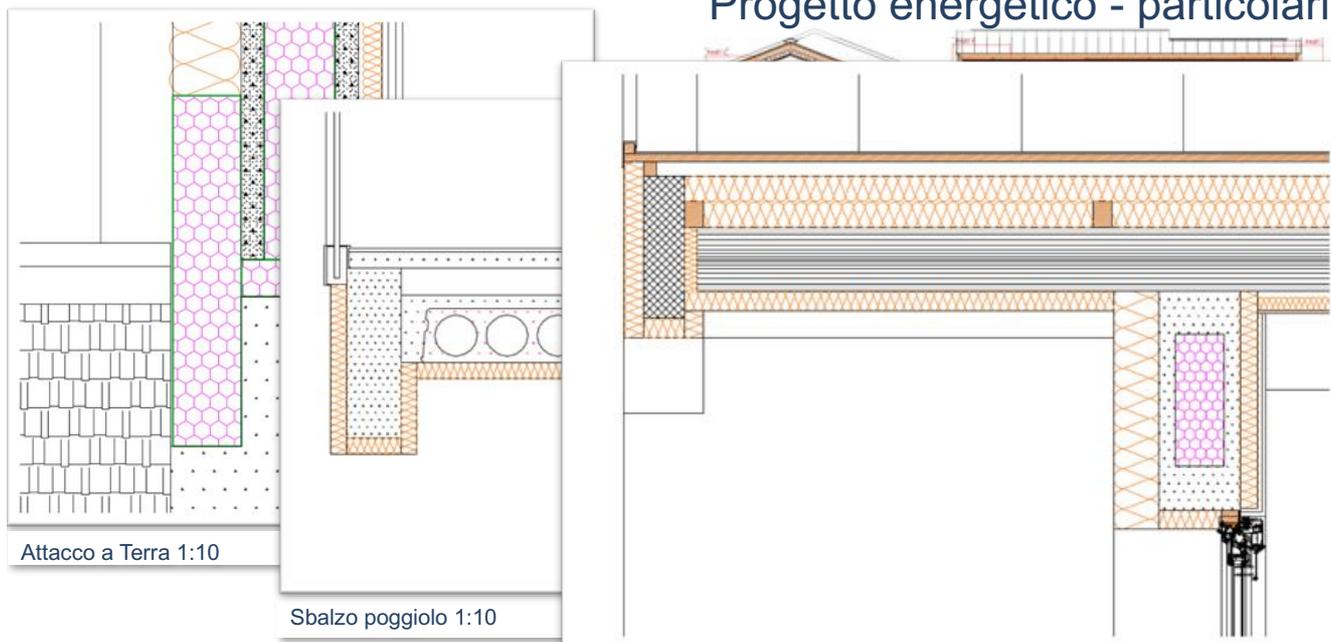


Sezioni con individuazioni dei nodi critici 1:50

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

### Progetto energetico - particolari



Attacco a Terra 1:10

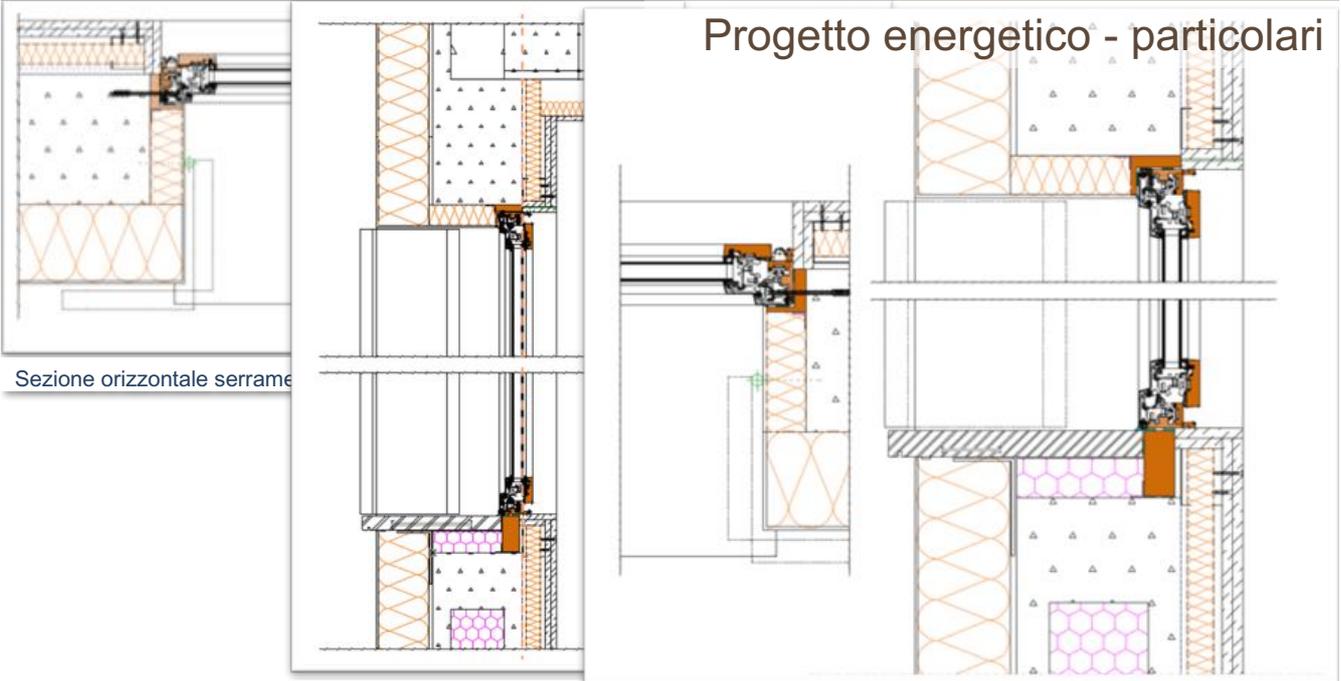
Sbalzo poggiolo 1:10

Sbalzo copertura poggiolo 1:10

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

### Progetto energetico - particolari



Sezione orizzontale serramenti

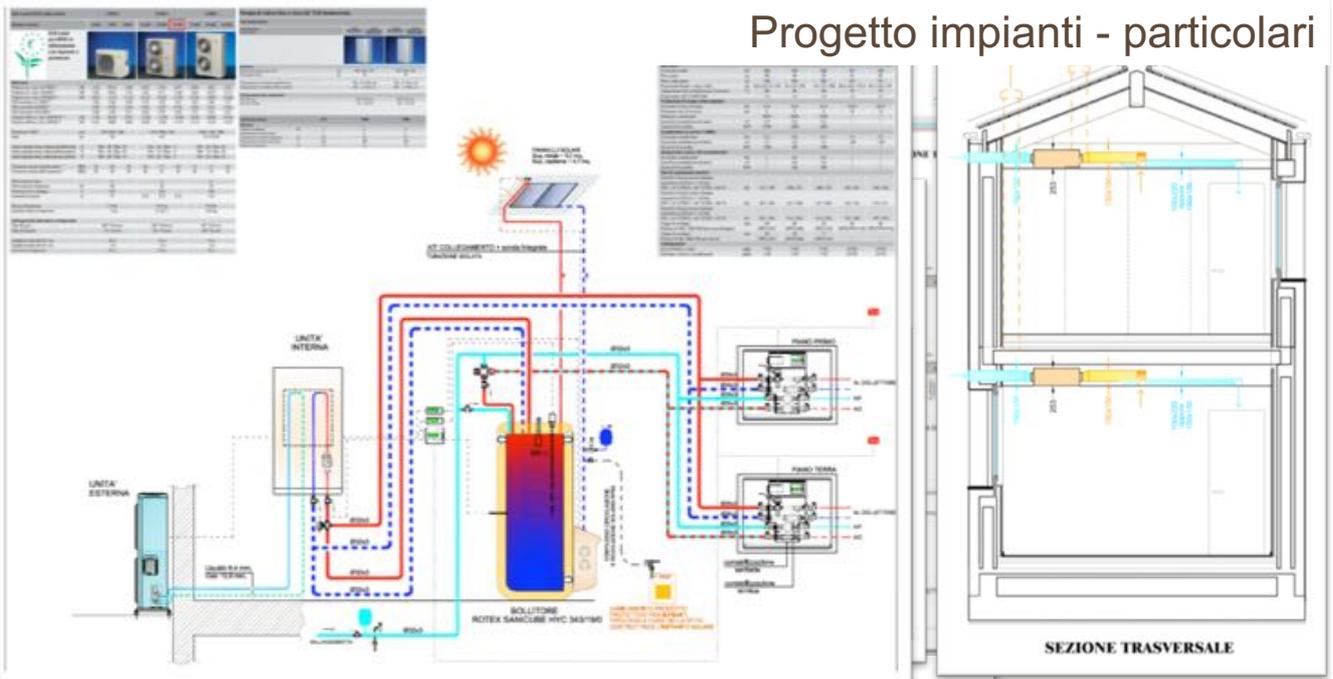
Sezione verticale serramenti

Particolari serramenti scala 1:2

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

### Progetto impianti - particolari



Schema centrale termica

Sezione impianto VMC

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

### Documentazione Fotografica



Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

### Documentazione Fotografica



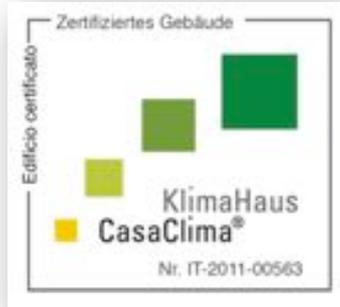
Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

### Certificazione Energetica



Certificato CasaClima  
Efficienza Complessiva 17 Kwh/(m²a)  
18 kg CO<sub>2</sub>/m²a



Certificato con identificazione dell'edificio  
certificato

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Edificio residenziale a Treviso – caso studio

### Consumi reali

**Re: Casa Prototipo - Temperature di stamattina 16.01.2012**

Architettura

Inviato: martedì 17 gennaio 2012 15:03  
A: Basso Angelo, Basso Giovanni  
Cc: leonardo@studialtelegari.it; daniamion@tiscali.it

La risposta a questo messaggio è stata inviata il 17/01/12 15:11.

Gent.mi, Vi aggiorno sulla temperatura della casetta verso le 14:30 di oggi (con temperatura esterna di 4°C) con impianto radiante non funzionante (termostati impostati a 10°C).

Piano Terra 16.5°C zona giorno 13.5 °C zona notte  
Piano Primo 15.5 °C zona giorno 13.5 °C zona notte.

La temperatura inferiore al piano primo potrebbe dipendere dalla maggiore superficie disperdente del piano primo rispetto al piano terra. La differenza di temperatura tra zona giorno e zona notte dipende invece dal fatto che - in questi ultimi ambienti - le imposte sono chiuse, quindi manca l'apporto solare.

Filippo

**Da:** Architettura  
**Inviato:** lunedì 16 gennaio 2012 10:29  
**A:** Basso Angelo  
**Cc:** Basso Giovanni  
**Oggetto:** Casa Prototipo - Temperature di stamattina 16.01.2012

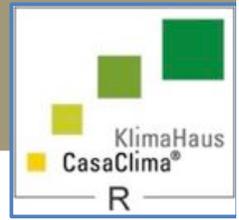
Stamattina sono passato verso le 8:40, con ca. 1-2 °C di temperatura esterna. All'interno segnava ca. 14 °C a entrambi i piani (con termostati interni impostati a 10°C). Si tenga presente che l'intervento di sistemazione dei termostati e del commutatore estate/inverno è stato fatto giovedì, mentre venerdì hanno fatto le pulizie e hanno tenuto aperto (all'interno venerdì segnava ca. 11 °C). Se avete occasione di passare magari guardateci anche voi, così teniamo monitorata la situazione.

Filippo

Quanto consuma effettivamente????  
Temperature del 16 gennaio 2012: di notte - 6° , di giorno 3° .

Con l'edificio non utilizzato:  
Zona notte 13,5°  
Zona giorno 16,5°

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017



# CERTIFICAZIONE CASA CLIMA R

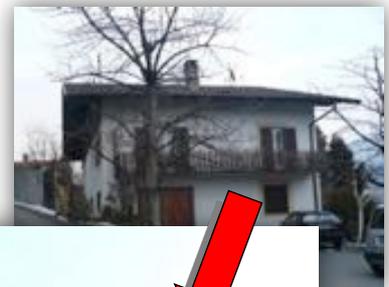
	Direttiva	Certificazione	Certificato energetico	Targhetta
<b>Edifici di nuova costruzione Rinnovi integrali</b>	Direttiva edifici nuovi	Con calcolo CasaClima	Certificato energetico CasaClima	Targhetta CasaClima
<b>Edifici risanati</b>	Direttiva edifici risanati	Con calcolo CasaClima	Certificato energetico CasaClima	Targhetta R edificio
<b>Unità abitative risanate</b>	Criteri CasaClima R	Controllo parametri Senza calcolo	Attestato CasaClima R	Targhetta R unità abitativa



...tti C. Dario, R. C. 07



Se non ci fosse CasaClima che garanzia ci sarebbero?



Righetto  
bre 2017

## Un esempio concreto: caso tipo



io, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

## Cosa mi richiede la norma Italiana 2012

Descrizione	Progetto %	Minimo %	Verifica
Rendimento di produzione	176,1	-	
Rendimento di emissione	98,0	-	
Rendimento di regolazione	99,0	-	
Rendimento di distribuzione(*)	99,8	-	
Rendimento globale medio stagionale	170,4	78,1	Non richiesta

Descrizione simboli

Q <sub>h</sub>	Fabbisogno ideale netto per riscaldamento	$\eta_p$	Rendimento di produzione	Q <sub>g,H</sub> / Q <sub>p,H</sub>
Q <sub>h,in</sub>	Energia termica richiesta dal sistema di emissione	$\eta_e$	Rendimento di emissione	Q <sub>h</sub> / Q <sub>h,in</sub>
Q <sub>h,r</sub>	Energia termica richiesta dal sistema di distribuzione	$\eta_c$	Rendimento di regolazione	Q <sub>h,in</sub> / Q <sub>h,r</sub>
Q <sub>g,H</sub>	Energia termica richiesta alla generazione	$\eta_d$ (*)	Rendimento di distribuzione	Q <sub>h,r</sub> / Q <sub>g,H</sub>
Q <sub>p,H</sub>	Energia primaria	$\eta_g$	Rendimento globale medio stagionale	Q <sub>h</sub> / Q <sub>p,H</sub>

(\*) comprende eventuali perdite di accumulo

### c) Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

Metodo di calcolo utilizzato:

UNI/TS 11300-1/2

Volume delle parti di edificio abitabili o agibili al lordo delle strutture che li delimitano

762,72 m<sup>3</sup>

Superficie utile dell'edificio

179,17 m<sup>2</sup>

Fabbisogno di energia primaria annuale

3380 kWh

Valore di progetto (EP<sub>p</sub>):

18,86 kWh/m<sup>2</sup>a

Valore limite (EP<sub>lim</sub>):

66,97 kWh/m<sup>2</sup>a

Verifica:

positiva

Fabbisogno di (Energia elettrica - PCI = 0,00 kWh<sub>el</sub>)

0 kWh<sub>el</sub>

Fabbisogno di energia elettrica pompe ed ausiliari

1521 kWh<sub>e</sub>

Fabbisogno di energia elettrica da rete:

1521 kWh<sub>e</sub>

Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale:

0 kWh<sub>e</sub>

67 kwh/mq<sub>a</sub>

Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

A che classe punta il caso tipo???

EFFICIENZA INVOLUCRO			
<b>Involucro edilizio</b>			
Superficie disperdente dell'involucro	$A_{ext}$	558.16	m <sup>2</sup>
Rapporto superficie disperdente dell'involucro / volume lordo riscaldato	$A/V$	0.73	1/m
<b>Coefficiente medio di trasmissione</b>			
Coefficiente medio di trasmissione dell'involucro dell'edificio	$U_{in}$	0.25	W/(m <sup>2</sup> K)
<b>Guadagni e perdite energetiche riferite al comune di ubicazione</b>			
Perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento	$Q_{tr}$	8080	KWh/a
Perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento	$Q_{ve}$	1731	KWh/a
Guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento	$Q_{int}$	2562	KWh/a
Guadagni termici solari durante il periodo di riscaldamento	$Q_{sol}$	3633	KWh/a
Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore	$\gamma$	67	%
<b>Fabbisogno energetico e potenza termica</b>			
		RUBANO PD (Italia)	CasaClima Standard
Grado di utilizzo degli apporti di calore	$\eta_{in}$	0.97	0.97
Fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento	$Q_{h}$	3439	3439
Potenza di riscaldamento dell'edificio	$P_{th}$	4.29	4.29
Potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta	$P_{th}$	22.33	22.33
Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta	$HWE_{WGR,net}$	17.9	17.9

EFFICIENZA INVOLUCRO	
CasaClima Oro	←
CasaClima A	←
CasaClima B	←
CasaClima C	←
Standard case esistenti	←
D	←
Standard case esistenti	←
E	←
Standard case esistenti	←
F	←
Standard case esistenti	←

A 18 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Ma quanto  
costa  
in più costruire  
una  
CasaClima ??

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017

Quanto costa costruire lo stesso edificio in classe B CasaClima rispetto alla norma nazionale???

50 kwh/mqa

**NIENTE**  
**0,00€**

Cosa cambia rispetto alla norma nazionale

Solo l'eliminazione di  
 Ponti termici

Quanto risparmio in un anno  
circa 520,00€ anno



Quanto costa costruire lo stesso edificio in classe A CasaClima rispetto alla norma nazionale??? 30 kwh/mqa

Poco  
Circa 10.000,00€ in più



Cosa cambia rispetto alla norma nazionale

- Eliminazione ponti termici
- Inserimento VMC (ad alta efficienza)
- Cappotto da 12 cm a 14 cm
- Isolante contro terra da 3 cm a 6 cm
- Isolante tetto da 12 cm a 14 cm

Quanto risparmio in un anno  
circa 1100,00€ anno

etto  
017

Tempi di rientro dei costi per la costruzione in classe A CasaClima rispetto alla norma nazionale??? 30 kwh/mqa

Costo aggiuntivo dell'investimento, + 10.000 €

Percentuale sull'intero dell'investimento, + 3%

Risparmio annuo + 1.100 €

Rientro investimento in anni 9

Guadagno dopo 30 anni + 23.000 €





Corso Committenti CasaClima



grazie per l'attenzione

## Corso committenti CasaClima

Architetti Carlo Dario, Renzo Carturan, Massimo Righetto

Consulenti Esperti CasaClima

CasaClima Network Padova Rovigo Venezia: [padova-rovigo@casaclima-network.info](mailto:padova-rovigo@casaclima-network.info)

Arch.tti C. Dario, R. Carturan, M. Righetto  
ottobre 2017



CORSO COMMITTENTI CASACLIMA



## Corso Committenti CasaClima

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall' Agenzia CasaClima

Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

( [padova-rovigo@casaclima-network.info](mailto:padova-rovigo@casaclima-network.info) )

Samsung GALAXY S6

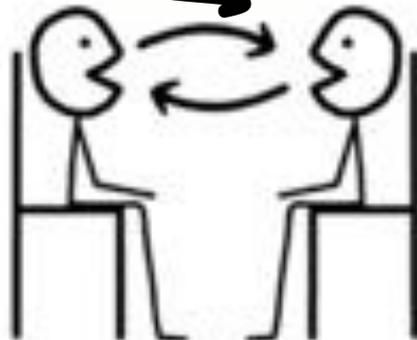


arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017

La mia idea di CASA



**Committente**



**Architetto**

arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017

# CASA CLIMA



«L'energia più pulita, economica e sostenibile è quella che non consumiamo»

INVOLUCRO  
EFFICIENTE



BASSI FABBISOGNI  
ENERGETICI

arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova, Casa su misura – ottobre 2017

# RICHIESTA DI CERTIFICAZIONE

EFFICIENZA INVOLUCRO			
<b>Involtro edilizio</b>			
Superficie disperdente dell'involtro	$A_{\text{tr}} =$	558,16	$\text{m}^2$
Rapporto superficie disperdente dell'involtro / volume lordo riscaldato	$A/V =$	0,73	$1/\text{m}$
<b>Coefficiente medio di trasmissione</b>			
Coefficiente medio di trasmissione dell'involtro dell'edificio	$U_{\text{tr}} =$	0,25	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
<b>Guadagni e perdite energetiche riferite al comune di ubicazione</b>			
Perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento	$Q_{\text{tr}} =$	8080	$\text{KWh/a}$
Perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento	$Q_{\text{v}} =$	1731	$\text{KWh/a}$
Guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento	$Q_{\text{int}} =$	2952	$\text{KWh/a}$
Guadagni termici solari durante il periodo di riscaldamento	$Q_{\text{sol}} =$	3633	$\text{KWh/a}$
Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore	$\gamma =$	67	%
<b>Fabbisogno energetico e potenza termica</b>			
		RUBANO PD (Italia)	CasaClima Standard
Grado di utilizzo degli apporti di calore	$\eta =$	0,97	0,97
Fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento	$Q_{\text{r}} =$	3439	3439 $\text{KWh/a}$
Potenza di riscaldamento dell'edificio	$P_{\text{r}} =$	4,29	4,29 $\text{KW}$
Potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta	$P_{\text{r}} =$	22,33	22,33 $\text{W}/\text{m}^2$
Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta	$\text{HWB}_{\text{GF,vorb}} =$	17,9	17,9 $\text{KWh}/(\text{m}^2\text{a})$
<b>EFFICIENZA INVOLUCRO</b>			
CasaClima Oro	←		
CasaClima A	←		
CasaClima B	←		
Standard medio	←		
Standard case esistenti	←		
Standard case esistenti	←		
Standard case esistenti	←		
Standard case esistenti	←		
Standard case esistenti	←		
Standard case esistenti	←		

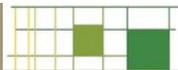
18 Kwh /

m<sup>2</sup> anno

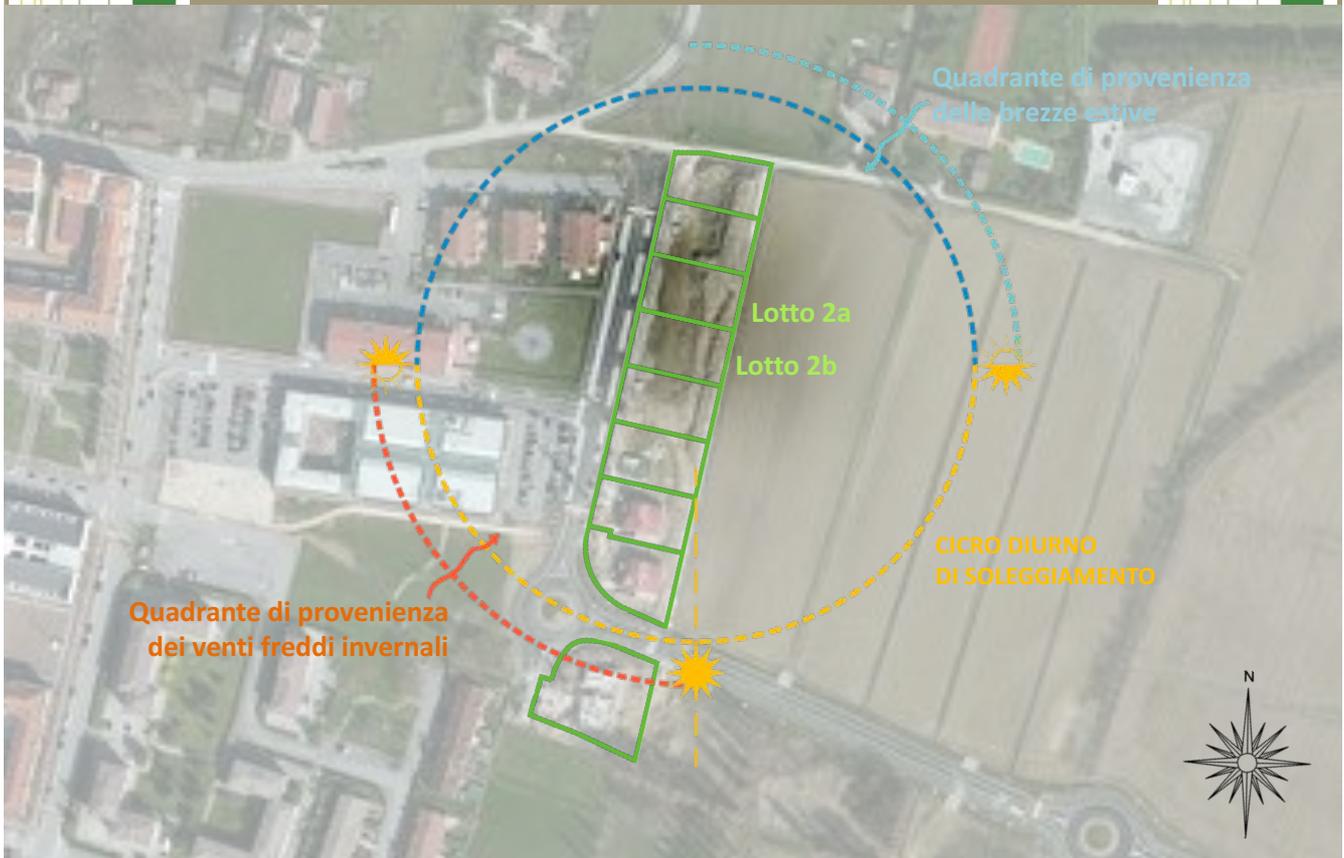
arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova, Casa su misura – ottobre 2017

## IL PROGETTO

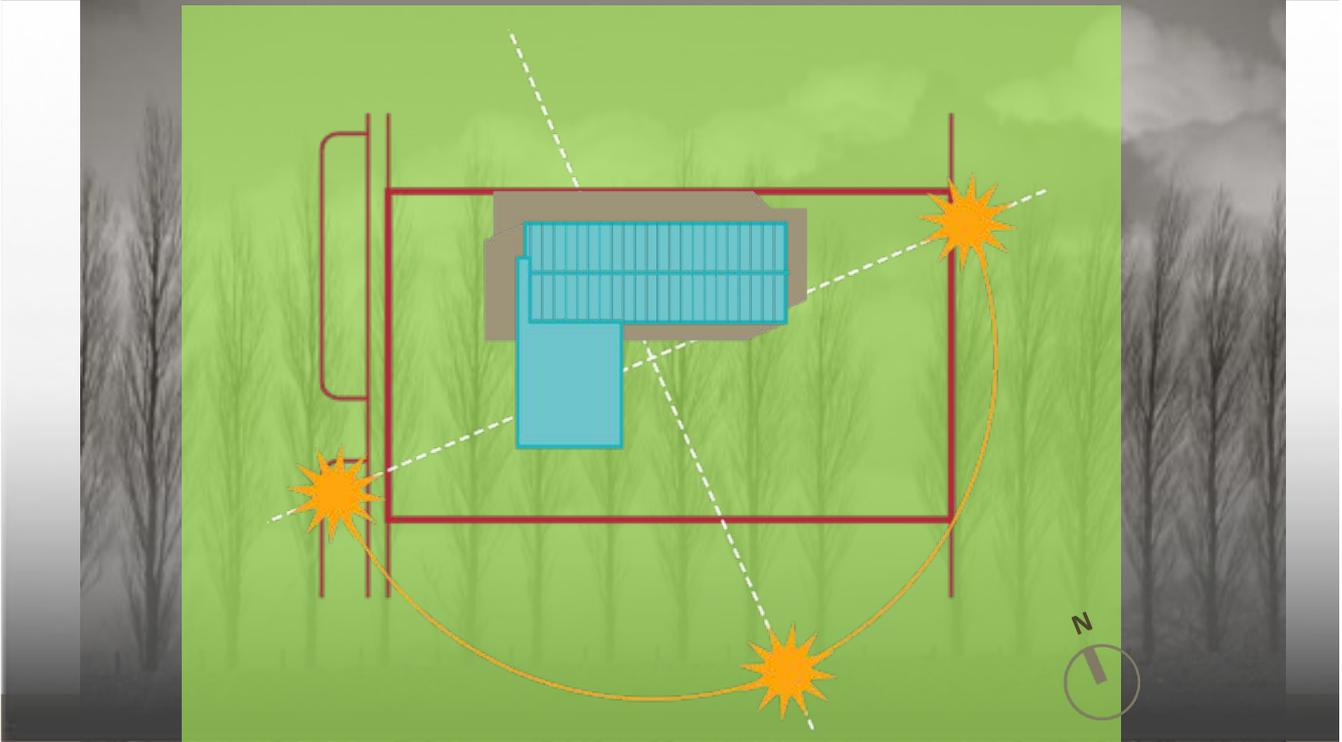
arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017



CORSO COMMITTENTI



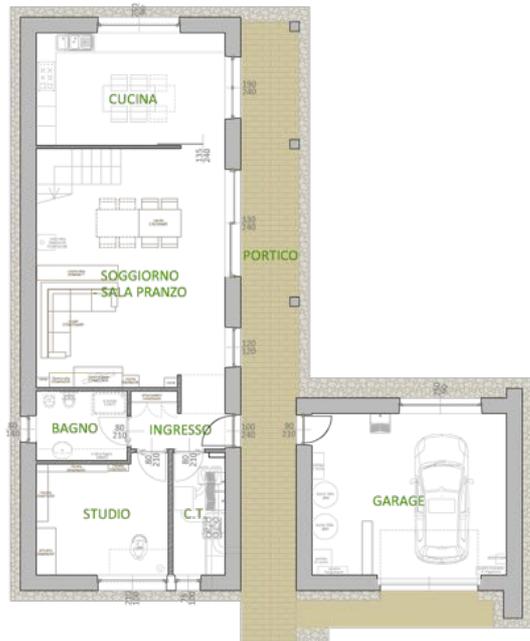
arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017



arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017



arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017



Piano terra

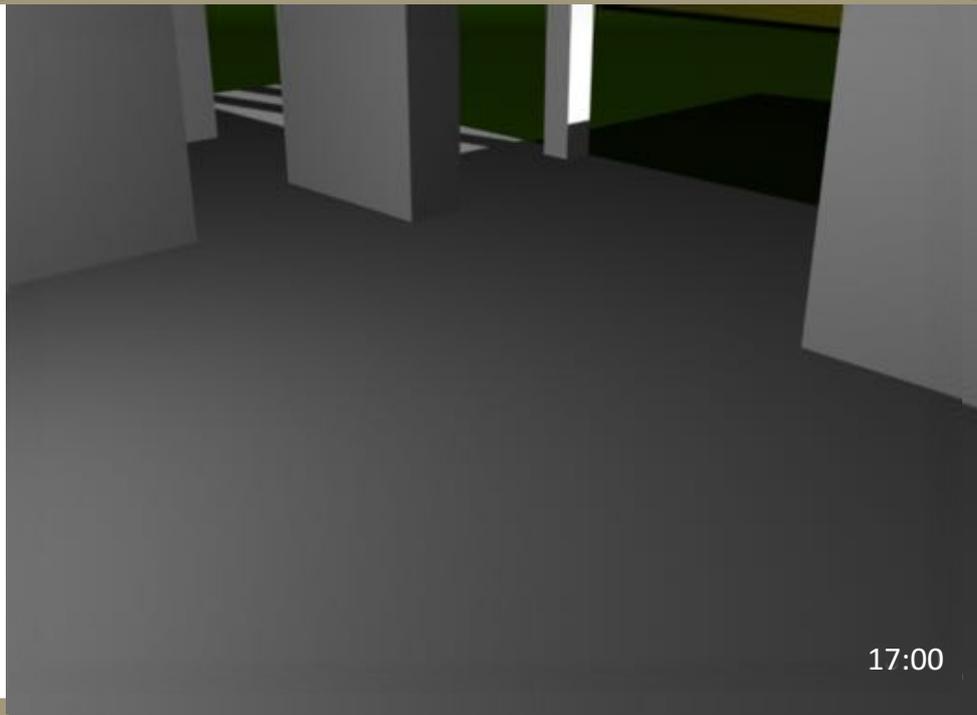


Piano primo

arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017



arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017



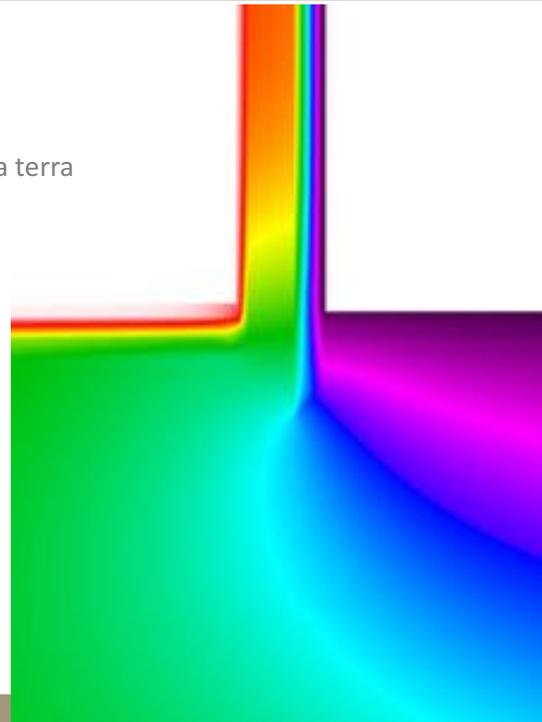
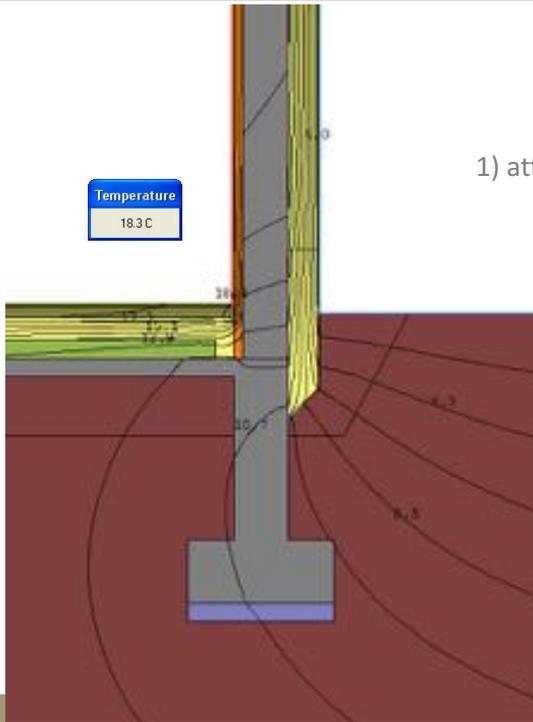
17:00

arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017

Verifica agli elementi finiti

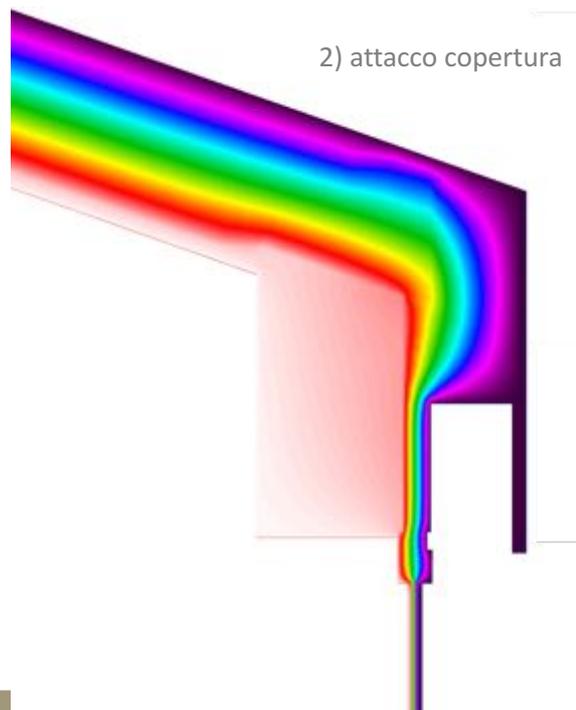
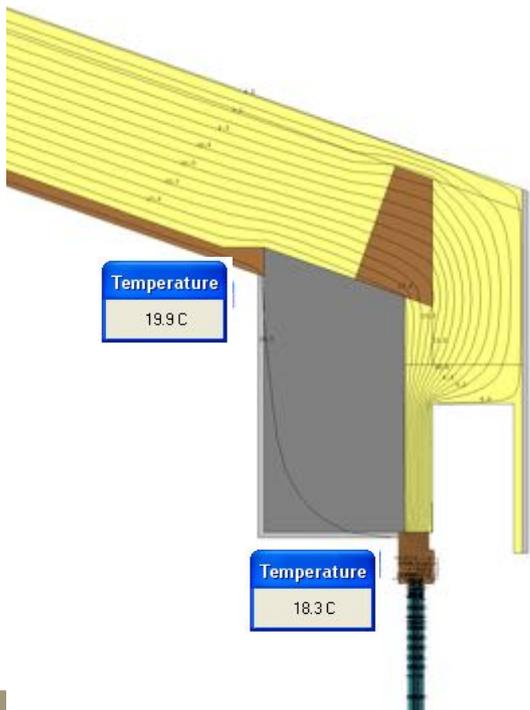
arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017

1) attacco a terra



arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova, Casa su misura – ottobre 2017

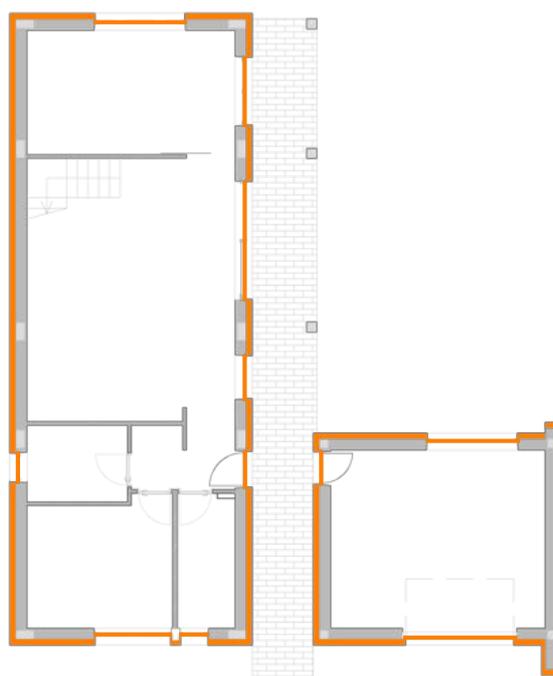
2) attacco copertura



arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova, Casa su misura – ottobre 2017

## Il progetto energetico

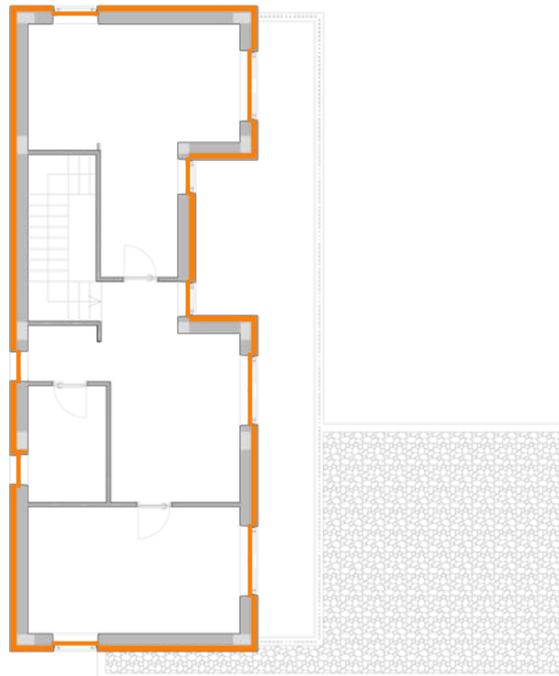
arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017



Piano terra

✓ Continuità dell'isolamento

arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017



Piano primo

✓ Continuità dell'isolamento

arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova, Casa su misura – ottobre 2017



sezione

- ✓ Continuità dell'isolamento
- ✓ Eliminazione dei ponti termici

arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova, Casa su misura – ottobre 2017



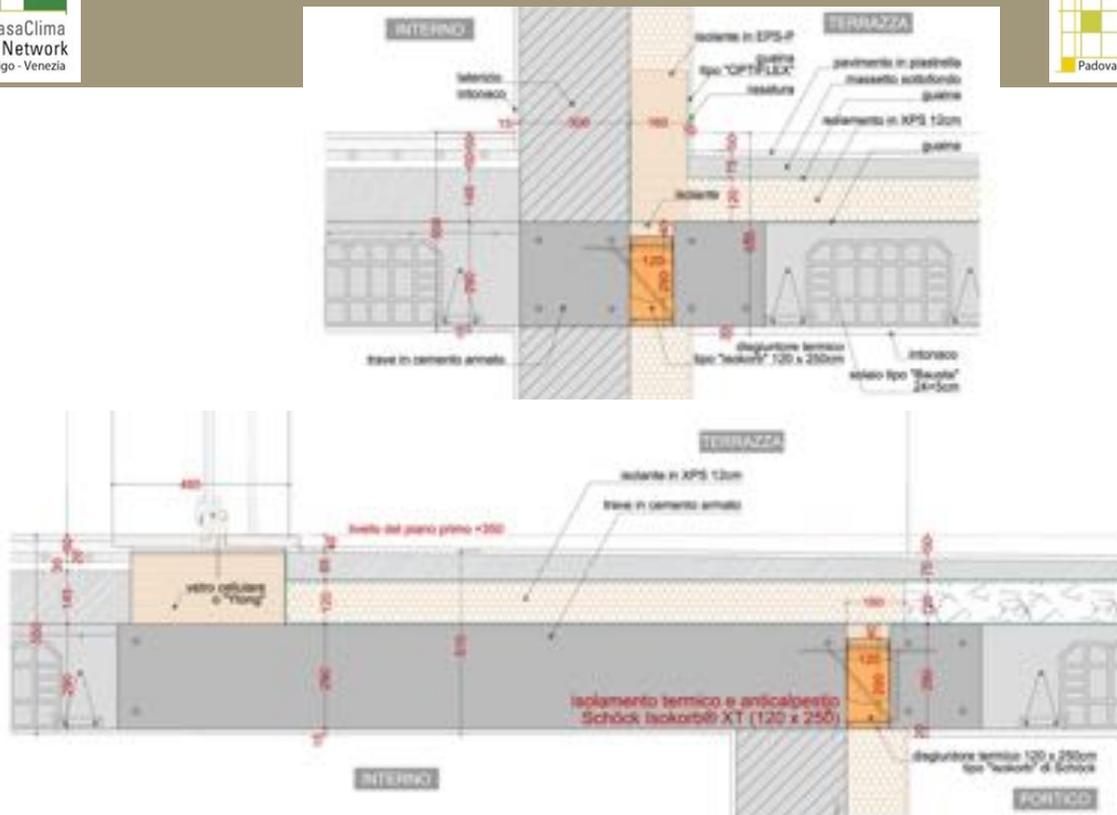
sezione

- ✓ Continuità dell'isolamento
- ✓ Eliminazione dei ponti termici

arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova, Casa su misura – ottobre 2017

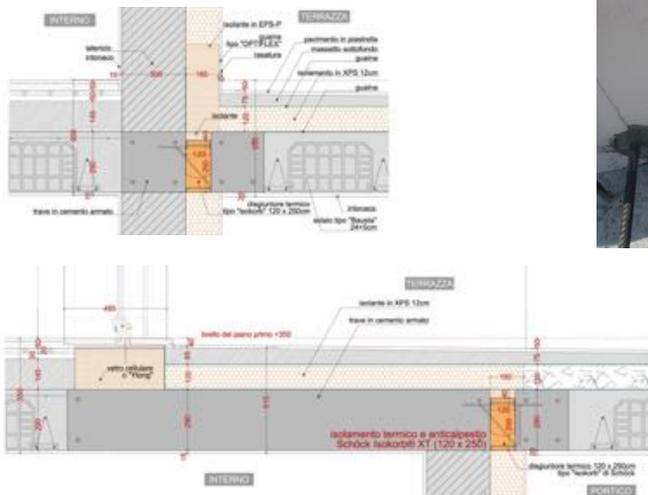
## I nodi costruttivi



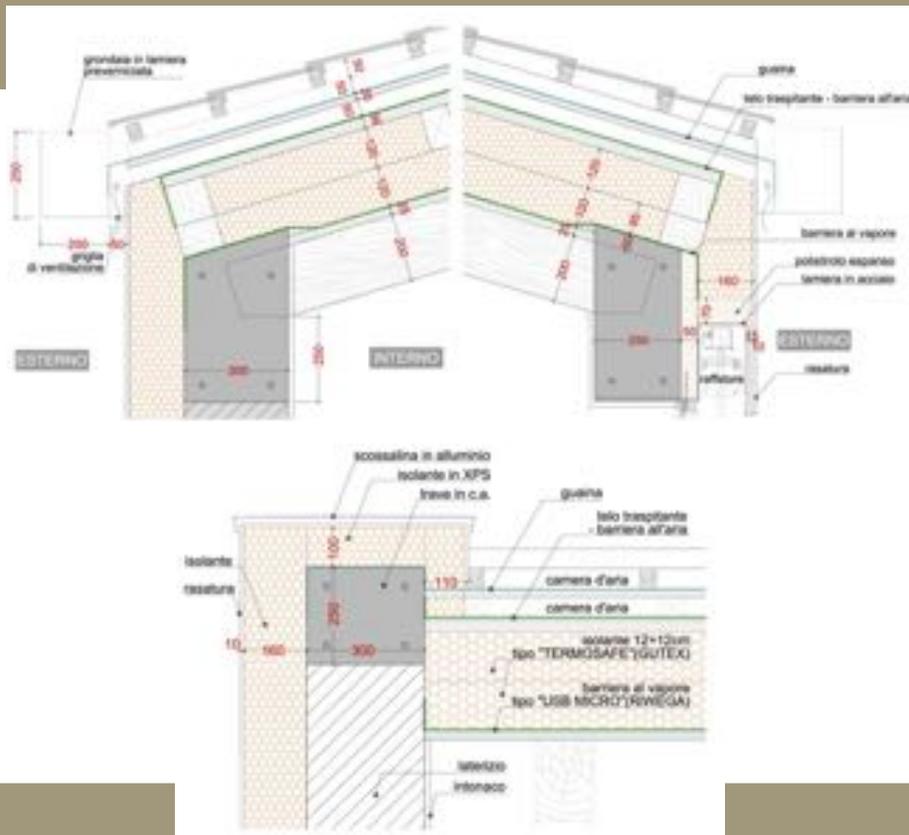


Solaio Terrazza

arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova, Casa su misura – ottobre 2017

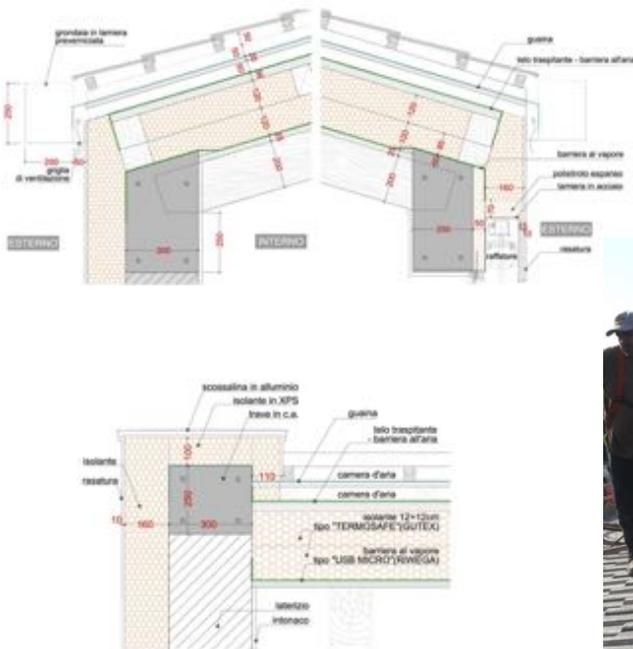


arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova, Casa su misura – ottobre 2017



Attacco Tetto / Parete esterna

arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017



arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017



arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017



arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017



arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017

**Casa BD - Rubano (PD)**

**Costi relativi ai consumi ENEL rilevati dalle bollette dal committente**

Pagina 1

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOTALE	SSP	COSTI	
															NETTO	media mensile
2015		€ 393,94		€ 174,99		€ 216,71		€ 277,95		€ 108,68		€ 284,83	€ 1.457,10	€ 798,41	€ 658,69	€ 54,89
2016		€ 318,77		€ 138,27									€ 457,04		€ 457,04	€ 38,09

## *“i vantaggi di una CasaClima”*

- ✓ *Basso fabbisogno energetico*
- ✓ *Riduzione dei costi per riscaldare /raffrescare*
- ✓ *Facilità di copertura del fabbisogno energetico con fonti rinnovabili (autonomia energetica)*
- ✓ *Rispetto e responsabilità nei confronti dell’ambiente in cui viviamo (riduzione emissioni CO2)*
  - ✓ *Elevato confort abitativo*
  - ✓ *Sigillo di qualità (assenza di difetti edili)*
- ✓ *Aumento del valore di mercato (già in linea con direttiva 2010/31/UE)*

arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017

*«Sono le azioni che contano.  
I nostri pensieri, per quanto buoni possano  
essere, sono perle false fintanto che non  
vengono trasformati in azioni»*

*Gandhi*

arch.tti M. RIGHETTO – C. DARIO – R. CARTURAN  
Padova , Casa su misura – ottobre 2017



CORSO COMMITTENTI CASACLIMA



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



arch.tti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**  
Consulenti CasaClima

Componenti direttivo CasaClima Network Padova, Rovigo e Venezia

( [padova-rovigo@casaclima-network.info](mailto:padova-rovigo@casaclima-network.info) )



CORSO COMMITTENTI CASACLIMA



Corso Committenti CasaClima

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

## PERCHE' COSTRUIRE UNA CASA IN LEGNO

- SEMPLICITÀ DEI SISTEMI COSTRUTTIVI (materiale facilmente lavorabile, leggero)
- RISORSA DISPONIBILE (può essere prodotto facilmente)
- ECO-SOSTENIBILITA' (naturale, ecologico, richiede poca energia, riciclabile, bilancio CO<sub>2</sub> neutro)
- SALUBRE (se naturale non contiene sostanze volatili dannose, termo-igro regolatore)

Brock Commons  
Vancouver Canada  
Alloggi per studenti  
Altezza 53 mt



Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

## DUBBI E PERPLESSITA'

- IL LEGNO NON RESISTE AL FUOCO
- IL LEGNO TEME L'UMIDITA'
- IL LEGNO E' UNA RISORSA SCARSA DA TUTELARE

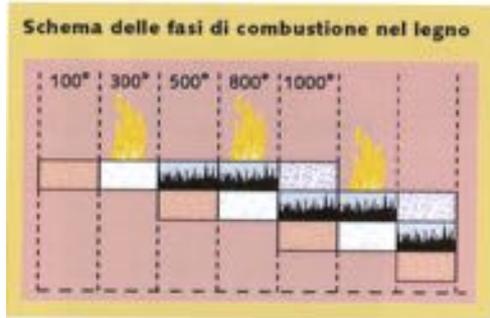


Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

## DUBBI E PERPLESSITA' IL LEGNO NON RESISTE AL FUOCO

Comportamento al fuoco del legno

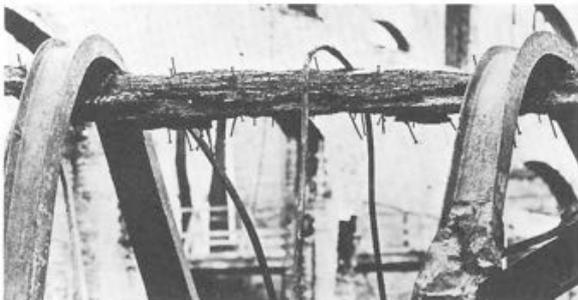


- da 70° a 100° **Fase di riscaldamento**  
Durante questa fase si ha un miglioramento delle caratteristiche di resistenza meccaniche dovute alla perdita di umidità del legno.
- da 100° a 450° **Fase di evaporizzazione**  
In questa fase si ha l'emissione di vapore d'acqua e, in minime percentuali, di anidride carbonica e ossido di carbonio (che, essendo combustibili, bruciano immediatamente dissolvendosi).
- da 450° a 500° **Fase di carbonizzazione**  
Il propagarsi del calore nel legno avviene molto lentamente a causa della sua bassa conducibilità termica. Tale propagazione subisce un ulteriore rallentamento a seguito della formazione dello strato di carbone di legno. Quest'ultimo riesce ad impedire lo sviluppo o il progredire della fiamma, impedendo, almeno parzialmente, all'ossigeno di raggiungere gli strati sottostanti di legno incombusto.
- Oltre 500° **Fase di incenerimento**

Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

## DUBBI E PERPLESSITA' IL LEGNO NON RESISTE AL FUOCO



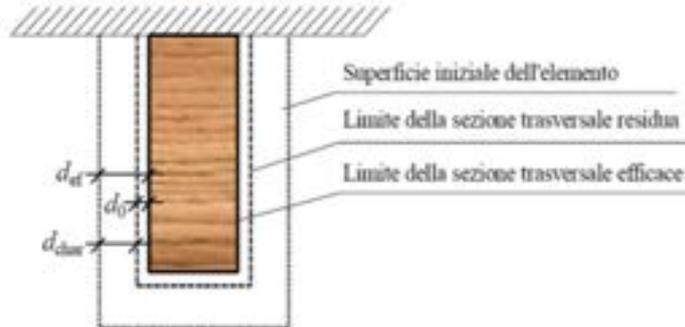
L'acciaio plasticizza e collassa; il legno è protetto dalla carbonizzazione

Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

## DUBBI E PERPLESSITA' IL LEGNO NON RESISTE AL FUOCO

### DIMENSIONAMENTO DELLE TRAVI PER RESISTENZA AL FUOCO



### LE DIMENSIONI DELLA SEZIONE DELLA TRAVE VANNO MAGGIORATE DI:

0,7 mm/min per le travi lamellari di conifere e faggio  
0,8 mm/min per travi di legno massiccio

$$D_{ef} = d_{char,n} + k_0 * d_0$$

$$d_{char,n} = \beta_n t$$

$\beta_n$  è la velocità di carbonizzazione convenzionale di progetto,

### ESEMPIO:

Sezione resistente ai carichi cm. 14x28

Sezione resistente 60 minuti al fuoco:

14 cm.+60 minuti X 0,7= 18,2 cm.

28 cm.+60 minuti X 0,7= 32,2 cm.

Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

## DUBBI E PERPLESSITA' IL LEGNO NON RESISTE AL FUOCO



Il legno è protetto con rivestimenti di materiale non combustibile

Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

**DUBBI E PERPLESSITA'**  
**IL LEGNO TEME L'UMIDITA'**



**E' VERO! MA VA PROTETTO**

**PER UMIDITA' DI RISALITA E  
PIOGGIA BATTENTE**

**Cordolo sopraelevato impermeabilizzato**

**Corrente in larice**

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

**DUBBI E PERPLESSITA'**  
**IL LEGNO TEME L'UMIDITA'**



**Nastratura tenuta all'aria per evitare la  
formazione di CONDENZA INTERSTIZIALE**

**E' VERO! MA VA PROTETTO**

**PER CONDENZA E PIOGGIA BATTENTE**



**Impermeabilizzazione sotto il davanzale con nastro butilico**

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

## DUBBI E PERPLESSITA'

### IL LEGNO E' UNA RISORSA SCARSA DA TUTELARE

Come tutte le risorse naturali anche il legno va usato con parsimonia



PER COSTRUIRE UNA CASA A DUE PIANI  
DI 130 MQ. OCCORRONO 64 MC DI LEGNO  
CHE CRESCE NEI BOSCHI DEL TRENITINO-  
ALTOADIGE IN UN'ORA

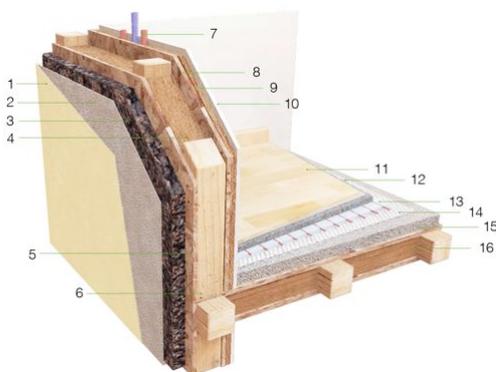
Fonte: A. Ceccotti IVALSA

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

## SISTEMI COSTRUTTIVI

### TELAIO

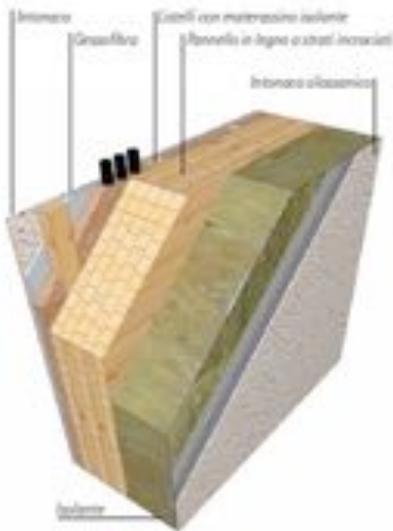


Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

SISTEMI COSTRUTTIVI

CROSS LAM

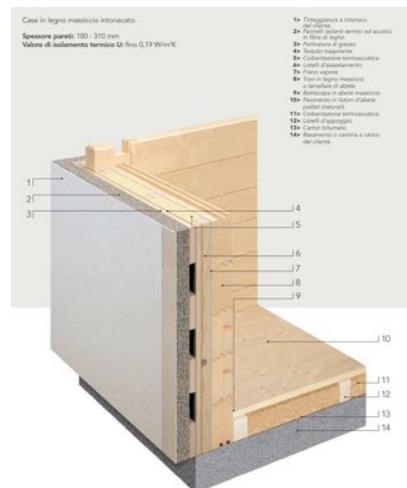


Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

SISTEMI COSTRUTTIVI

BLOCKHAUS



Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



## CORSO COMMITTENTI CASACLIMA



# UNA CASA IN LEGNO PUÒ ESSERE CERTIFICATA CASACLIMA?

La certificazione CasaClima può esser rilasciata:

PER NUOVI EDIFICI COSTRUITI IN:

- Laterizio
- Calcestruzzo
- Sistemi a secco (struttura in acciaio)
- Paglia
- LEGNO

PER EDIFICI ESISTENTI:

- Riqualificazione energetica



Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



## CORSO COMMITTENTI CASACLIMA



### RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA Casa R.P. Padova CasaClima R\_GOLD



Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

**EDIFICIO A TELAIO**  
**Casa S.A- Marostica (VI)**  
**Classe GOLD Nature**  
**Fabbisogno riscaldamento 9 Kwh/mq anno**



Progettista architettonico: Ing. Marco GREGORI  
Progettista Consulente CasaClima Arch. Renzo CARTURAN



EST



SUD

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
 Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



PRIMA DELL'INTERVENTO

Edificio a telaio

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
 Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



27 settembre 2016

**COSTRUZIONE PIANO TERRA**

Le pareti sono costruite in stabilimento ed arrivano in cantiere già complete di impianti e serramenti



Edificio a telaio

Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



29 settembre 2016

**COSTRUZIONE DEL PIANO PRIMO**



Gli apporti solari e la vetrata

Edificio a telaio

Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

1 ottobre 2016

COSTRUZIONE DEL TETTO



Telo freno vapore/tenuta all'aria  
Nastrature

Edificio a telaio



o Carturan

na  
Rovigo

3 ottobre 2016

COIBENTAZIONE DEL TETTO



Telo freno vapore/tenuta all'aria  
del tetto

Edificio a telaio



Arco

lenzo Carturan

Co...  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



10 ottobre 2016

TETTO



Telo impermeabile traspirante per tenuta al vento  
Listelli ventilazione sottotegola

Edificio a telaio

Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



22 novembre 2016

ULTIMAZIONE INVOLUCRO



Costruzione in opera impianto idraulico

Edificio a telaio

Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

2 agosto 2017

INTERNI



Intonaco d'argilla  
Listoni in legno

Edificio a telaio

Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

2 agosto 2017

ESTERNO



Pavimentazione esterna drenante

Edificio a telaio

Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

## CASA CLIMA NATURE

### Impatto ambientale dei materiali:

- Contenuto di energia primaria (PEI) (MJ/m<sup>2</sup>)
- Potenziale di acidificazione (AP) (g SO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)
- Potenziale di riscaldamento globale (GWP) (kg CO<sub>2</sub> e/m<sup>2</sup> materiali e processo)
- Durabilità dei materiali (tempo di utilizzo t<sub>u</sub>)



### Impatto idrico:

- Efficienza dei dispositivi idraulici installati
- Grado di impermeabilizzazione delle superfici
- Presenza di sistemi di recupero e/o infiltrazioni acque meteoriche
- Sistemi per lo smaltimento in sito delle acque reflue

Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

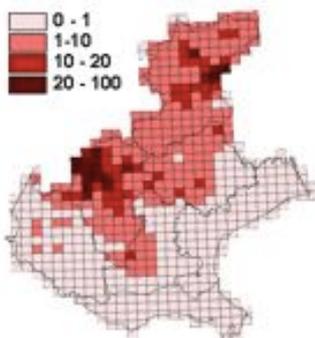
Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

## CASA CLIMA NATURE

### Qualità dell'aria interna:

Deve essere rispettato uno dei seguenti requisiti:

- Presenza della VMC (0,4 vol/h)
- Utilizzo materiali e prodotti verificando:
  - Contenuto massimo formaldeide
  - Contenuto massimo ammesso di VOC
  - Rispetto criteri di rischio metalli pesanti
- Misurazione in opera della qualità dell'aria



### Protezione dal gas Radon:

#### Edifici di nuova costruzione

- valore limite di concentrazione 200 Bq/m<sup>3</sup>
- valore obiettivo 100 Bq/m<sup>3</sup>

#### Edifici esistenti:

- valore limite di concentrazione : 400 Bq/m<sup>3</sup>
- valore obiettivo 100 Bq/m<sup>3</sup>

Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

## CASA CLIMA NATURE

### Illuminazione naturale:

- Misurazione del Fattore di luce diurna medio

$$FLDm = (E_{im}/E_e) \times 100\%$$

Edifici residenziali (soggiorno)  $FLDm > 2\%$

Edifici non residenziali  $FLDm > 2\%$

Edifici scolastici  $FLDm > 3\%$



### Confort acustico:

Misurazione fonometrica in opera

- Edifici mono familiari: isol. acustico di facciata

- Edifici pluri familiari:

- isolamento acustico di facciata

- potere fonoisolante apparente divisori

- livello rumore di calpestio

- rumore impianti

Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

### EDIFICIO CROSS LAM Casa P.G. Pernumia (PD) *Certificata Classe A*



Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Coibentazione sotto platea con xps ad alta densità

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Posa delle pareti su cordolo sopraelevato coibentato e corrente in larice

Pannello a tre strati da 18 cm. connessi con correnti trasversali senza collante

Tenuta all'aria con striscia di canapa

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Protezione dei pannelli in legno dalla pioggia

Nastratura esterna per la tenuta al vento

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Solaio a vista in abete sbiancato

Pareti interne a telaio con impermeabilizzazione alla base

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Solaio piano primo con telo anti polvere

Pareti a telaio

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Costruzione del tetto

Telo per la tenuta all'aria  
nastrato

Nastratura dello sfiato per la  
tenuta all'aria

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Coibentazione del tetto con  
strati di fibra di legno

Falsi puntoni sovrapposti alle  
travi per correzione ponte  
termico puntuale

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Telo anti vento sopra la  
coibentazione in fibra di legno  
del tetto

Listelli per la prima  
ventilazione sotto il tavolato

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Telo impermeabile sopra il  
tavolato della prima  
ventilazione

Listelli porta tegola

Promina (calcio silicato)  
incombustibile classe A1 per  
protezione al fuoco sotto il  
fotovoltaico

Manto per micro ventilazione  
sotto la lamiera aggraffata  
sulla quale vengono fissati i  
pannelli del fotovoltaico

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Impermeabilizzazione con  
nastro butilico del supporto dei  
davanzali in marmo

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Primo strato del massetto a secco del solaio intermedio con granulato di calcestruzzo cellulare

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Cappotto in sughero biondo, a due strati, spessore cm. 18, con fissaggio meccanico a secco senza collante

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



## CORSO COMMITTENTI CASA CLIMA



Cannicciato per intonaco di argilla

Radiante a parete

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



## CORSO COMMITTENTI CASA CLIMA



Cappotto esterno e prima rasatura a base calce

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Secondo granulare leggero  
per raso tubi

Fibra di legno anticalpestio

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Flottante in fibrogesso da cm. 2  
con sormonti a battente

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Primo strato di intonaco di argilla su canniccio e radiante a parete.

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Cappotto in fase di ultimazione

Fascia di base con impermeabilizzante elastico bicomponente per evitare lo sfarinamento della rasatura finale del cappotto per umidità di risalita dalla superficie del marciapiede.

Edificio in cross lam

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo

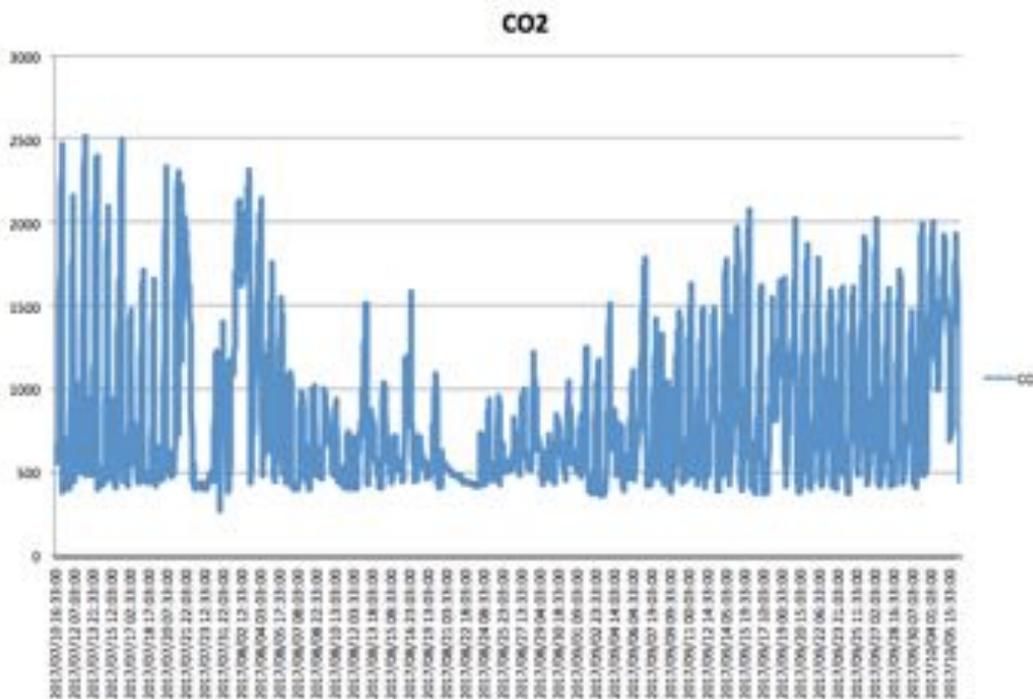
Interni



Edificio in cross lam

Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



Effetti dell'assenza di Ventilazione meccanica Controllata

Edificio in cross lam

Architetti Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



## CORSO COMMITTENTI CASA CLIMA



### CON ATTENZIONE!!

- Il legno resiste al fuoco
- Non teme l'umidità se protetto
- Il legno è una risorsa disponibile

LA CASA IN LEGNO OFFRE  
CONDIZIONI DI CONFORT  
INTERNO OTTIMALI  
Termo igro regolazione

LA CASA IN LEGNO PUO' ESSERE  
CERTIFICATA **CASA CLIMA**



Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo



## CORSO COMMITTENTI CASA CLIMA



**Corso Committenti CasaClima**

Architetti **Massimo Righetto – Carlo Dario – Renzo Carturan**

Consulenti Esperti autorizzati dall'Agenzia CasaClima  
Componenti direttivo CasaClima Network Padova e Rovigo