

Requisiti progettuali ed operativi per la sostenibilità degli edifici

Prof. Luigi Bruzzi

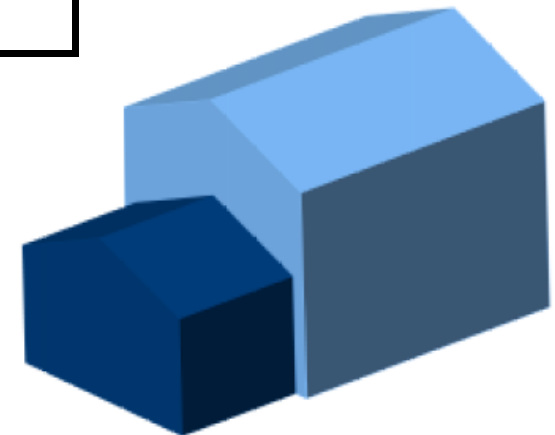
Requisiti progettuali (Progetto)

- Fattore di forma
- Esposizione (punti cardinali)
- Isolamento termico (pareti opache e trasparenti)
- Ventilazione
- Impianto di riscaldamento
- Approvvigionamento di elettricità (dalla rete, da fonti rinnovabili, da cogenerazione, da teleriscaldamento)

Fattore di forma

- Lo scambio energetico tra l'ambiente esterno e quello interno avviene attraverso la superficie (S) dell'involucro che racchiude il volume riscaldato (V): più è estesa la superficie S e maggiori sono le dispersioni termiche

| Tipologia | Volume tot. m ³ | Superficie esterna tot. m ² | S/V |
|---|-------------------------------|--|------|
| 8 unità separate | 1000 | 1200 | 1,2 |
| 8 unità a schiera | 1000 | 850 | 0,85 |
| Condominio di 8 unità (due piani da 4 unità in linea) | 1000 | 700 | 0,7 |
| Condominio da 8 unità (due piani da 4 unità ciascuno) | 1000 | 600 | 0,6 |

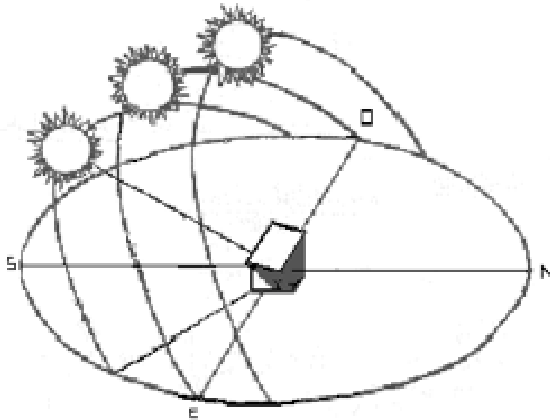


Esposizione

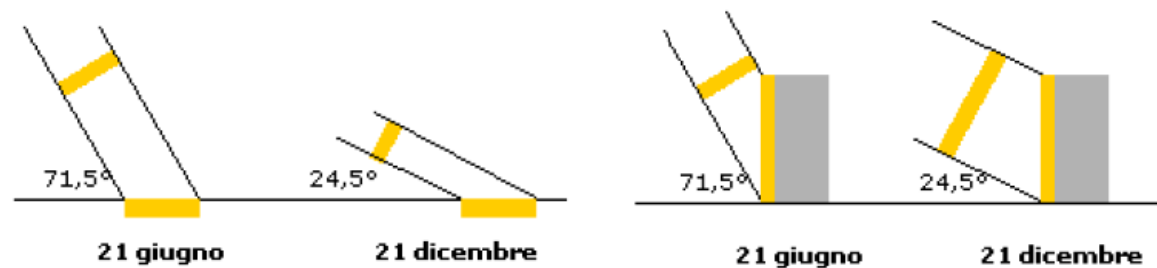
- L'orientamento di un edificio è un elemento importante per sfruttare gli apporti solari.

L'orientamento verso sud è il migliore in quanto:

- il lato sud riceve il massimo della radiazione in inverno, quando è più richiesta;
- in estate, quando il sole è alto, l'edificio riceve meno radiazione.



Insolazione di pareti orizzontali e verticali



Isolamento termico

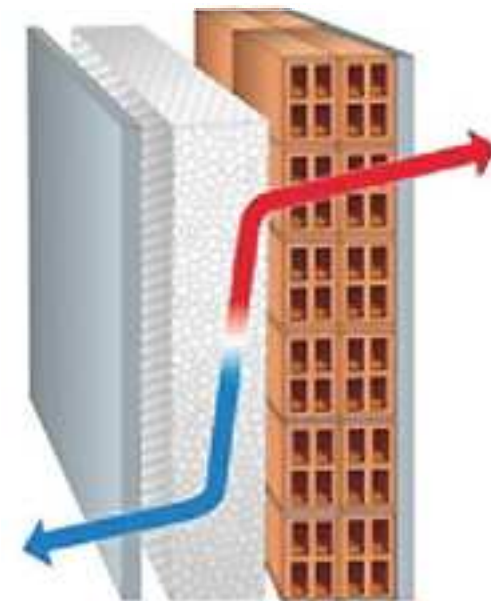
ISOLAMENTO ALL'ESTERNO



ISOLAMENTO IN INTERCAPEDINE



Le pareti multistrato possono essere realizzate con l'isolante posizionato all'esterno (denominato cappotto) oppure con l'isolante posto nell'intercapedine.

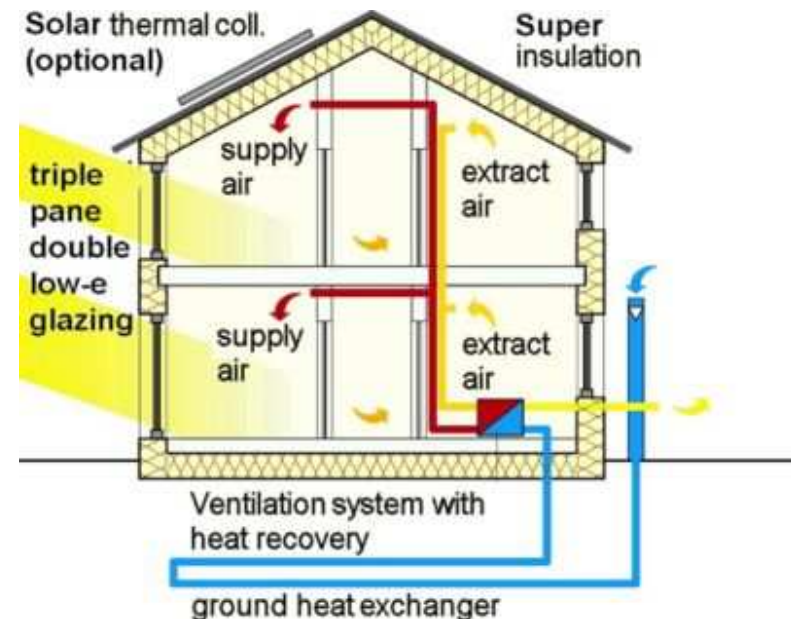


Ventilazione

Una corretta ventilazione dell'edificio è necessaria per:

- diluire e rimuovere gli inquinanti indoor (monossido di carbonio, VOC; ossidi di azoto,...);
- diluire gli inquinanti specifici quali odori provenienti da vapori di cottura o servizi igienici;
- garantire l'aria per l'attività metabolica degli occupanti;
- garantire il controllo dell'umidità interna ed evitare la formazione di condense e muffe;
- fornire il giusto apporto di aria comburente in presenza di apparecchiature a gas per uso domestico.

Sistema di ventilazione con recupero di calore



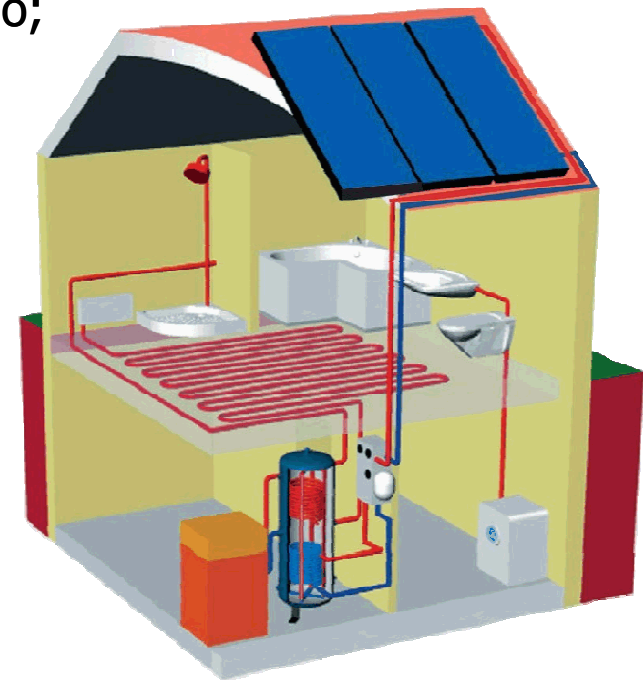
Sistema di riscaldamento

- Il fabbisogno di energia primaria del sistema edificio-impianto per il riscaldamento invernale è dato da:

$$Q_{st} = \frac{\sum (Q_L - \eta_u Q_g)}{\eta_e \eta_d \eta_p \eta_c}$$

dove:

- Q_L dispersioni mensili di energia dell'involucro edilizio;
- Q_g apporti mensili di energia nell'involucro edilizio;
- η_e rendimento di emissione medio stagionale;
- η_d rendimento di distribuzione medio stagionale;
- η_p rendimento di produzione medio stagionale;
- η_c rendimento di regolazione medio stagionale
- η_u fattore di utilizzo degli apporti gratuiti.



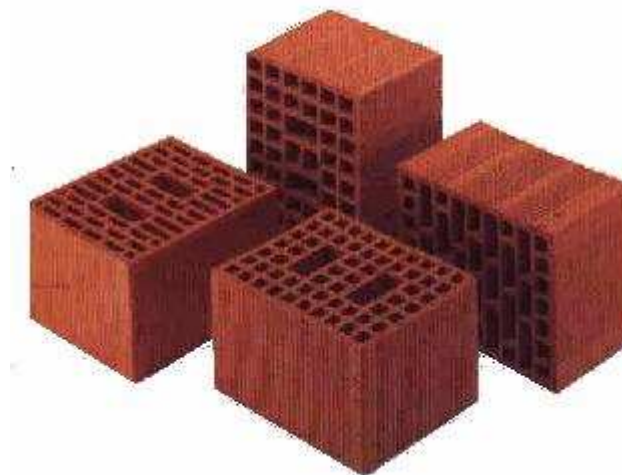
Requisiti progettuali (Scelta dei materiali)

- Laterizi portanti a bassa trasmittanza
- Eliminazione dei ponti termici
- Materiali isolanti in strutture a sandwich
- Serramenti a bassa trasmittanza
- Vetri speciali con gas di riempimento a bassa k
- Laterizi a basso impatto ambientale (fasi critiche LCA, ad es. basso contenuto energetico, assenza di materiali tossici, bassa emanazione di radon, ecc.)

Laterizi portanti a bassa trasmittanza

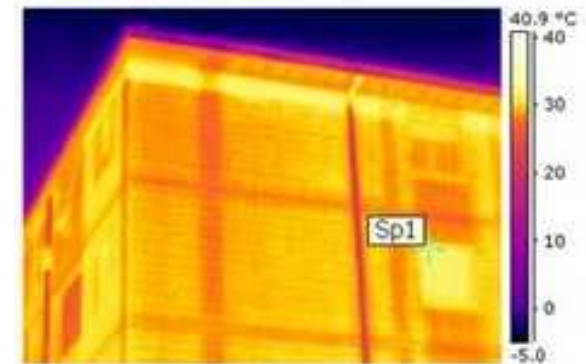
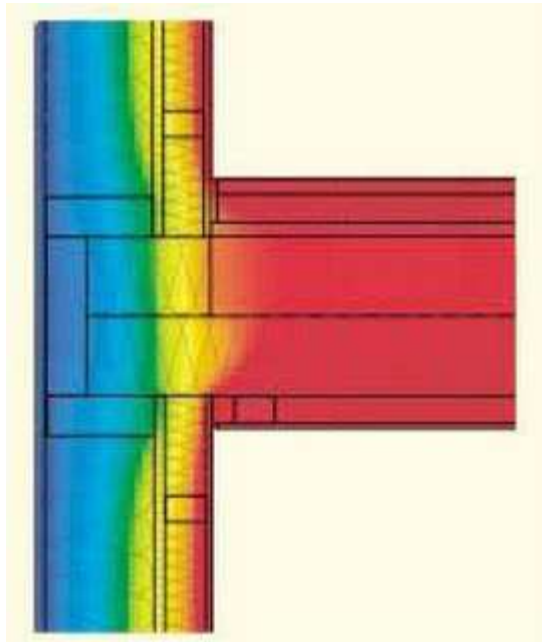
| Prestazione | Spessore muratura | Massa volumica | Trasmittanza con 1,5 cm intonaco est e int | Resistenza alla diffusione del vapore | Isolamento acustico a 500 Hz | Resistenza caratteristica della muratura |
|--------------|-------------------|-------------------|--|---------------------------------------|------------------------------|--|
| | cm | kg/m ³ | W/m ² K | | dB | kg/cm ² |
| Dati tecnici | 38 | 850-750 | 0,45 | 8 | 49 | 50 |
| Dati tecnici | 35 | 850-700 | 0,55 | 8 | 48 | 50 |
| Dati tecnici | 30 | 800-700 | 0,7-0,8 | 8 | 47 | 50 |
| Dati tecnici | 25 | 800-700 | 0,85-1 | 7 | 45 | 35 |
| Dati tecnici | 20 | 655-450 | 1 | 7 | 42 | <30 |

Prestazioni per spessore di muratura

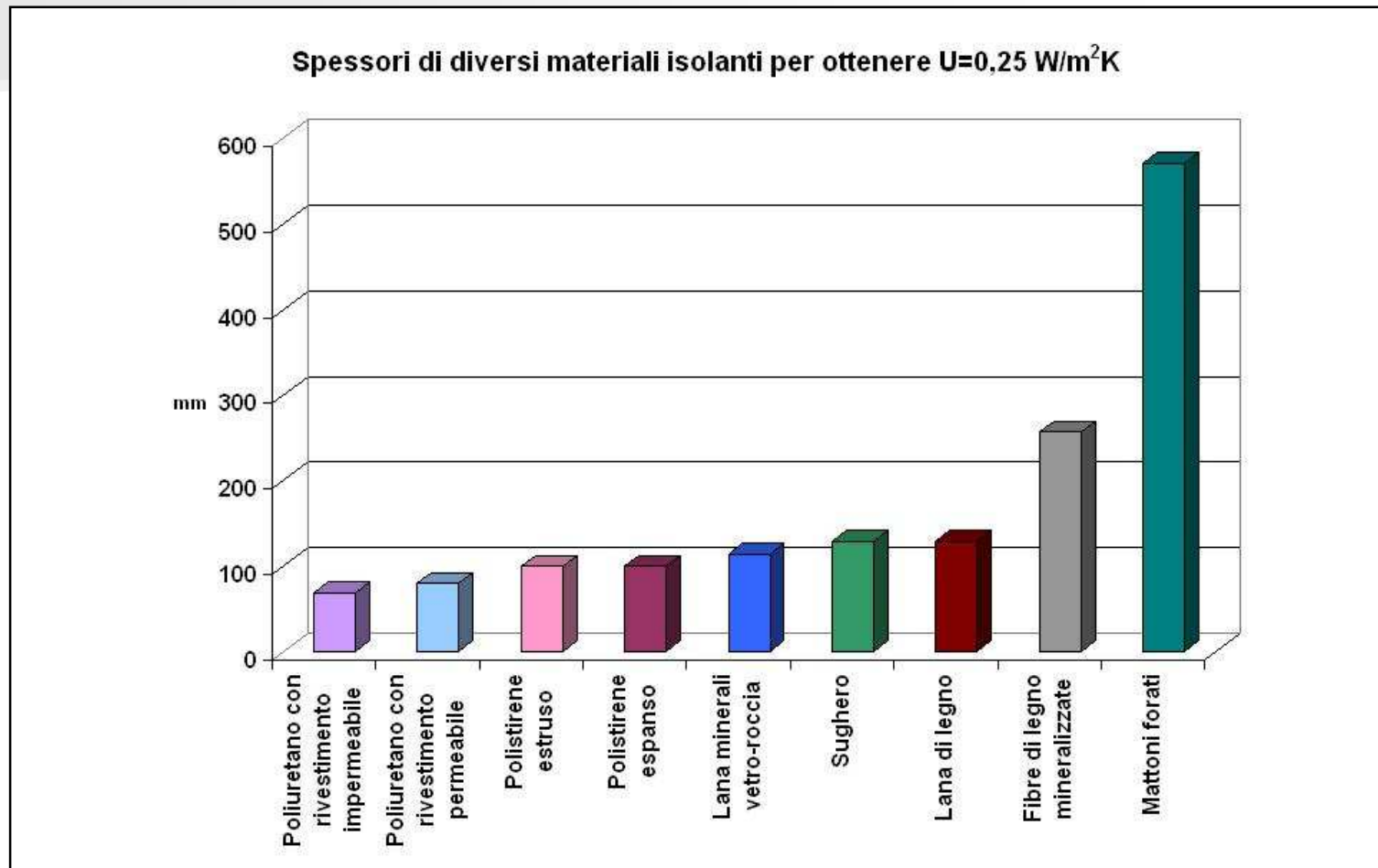


Eliminazione dei ponti termici

- I ponti termici sono parti costruttive che favoriscono in modo localizzato e selettivo la dispersione termica. I componenti che maggiormente sono sede di ponti termici sono gli elementi che per natura e per posizione strutturali nella struttura edilizia favoriscono la dispersione di calore. I materiali che maggiormente favoriscono le dispersioni sono i metalli e le strutture cementizie, in particolare quelle armate.

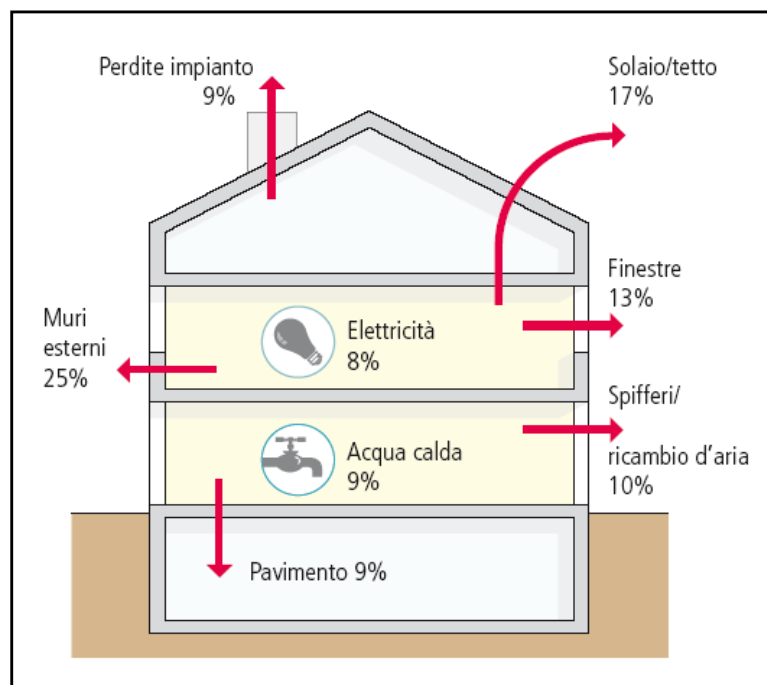


Materiali isolanti in strutture a sandwich



Serramenti a bassa trasmittanza

Nel bilancio termico complessivo di un edificio, attraverso la superficie vetrata è possibile disperdere fino al 15% dell'energia complessiva: una corretta progettazione della disposizione delle superfici vetrate e l'utilizzo delle moderne tecnologie (sia per quanto riguarda gli infissi che i vetri) possono dunque comportare risparmi energetici non trascurabili.



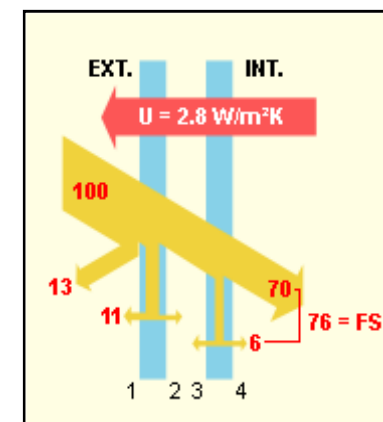
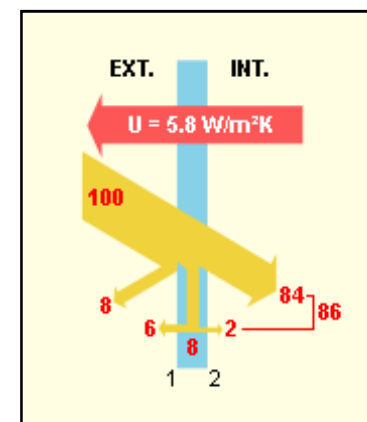
Infissi

| Tipologia | Trasmittanza W/m ² K |
|--------------------------------|------------------------------------|
| Legno 30 mm | 2,20 |
| Legno 50 mm | 1,90 |
| Legno 100 mm | 1,42 |
| Alluminio con taglio termico | 3,1-3,7 |
| Alluminio senza taglio termico | 7,0 |

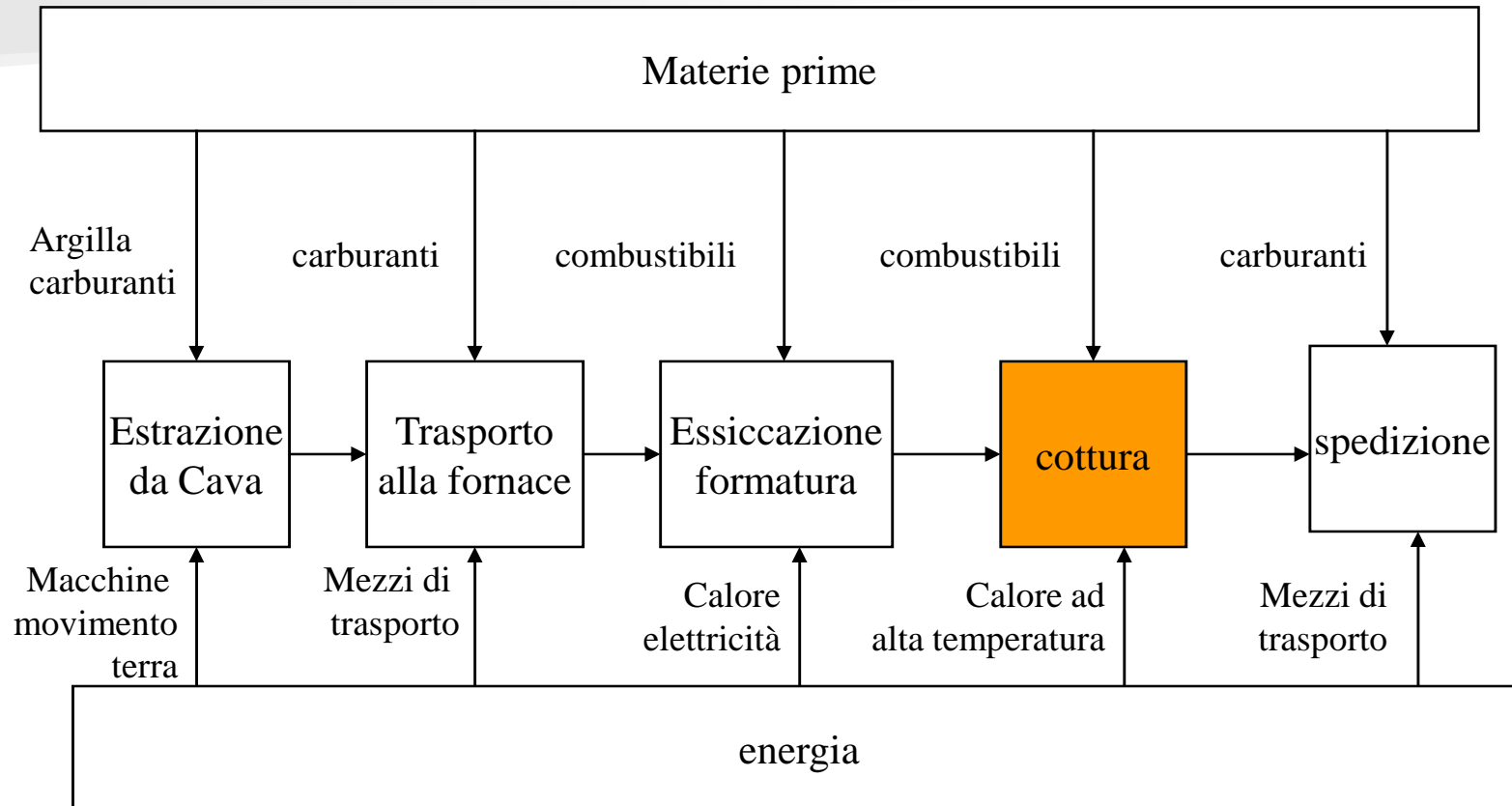
Vetri speciali con gas di riempimento a bassa trasmittanza

| Tipo di vetrata | Trattamenti | Gas di riempimento | Trasmittanza termica [W/(m ² K)] |
|---|--------------------------------|--------------------|---|
| Lastra semplice da 4mm | - | | 5,9 |
| Vetrocamera 4-15-4 vetro semplice + aria | - | aria | 2,7 |
| Vetrocamera 4-15-4 basso emissivo + aria | Bassa emissività su una lastra | aria | 1,4 |
| Vetrocamera 4-15-4 basso emissivo + gas | Bassa emissività su una lastra | argon | 1,1 |
| Vetrocamera 4-15-4 basso emissivo + gas | Bassa emissività su una lastre | krypton | 1,0 |
| Vetrocamera con tripla lastra 4-12-4-12-4 | Bassa emissività su due lastre | aria | 1,0 |

Confronto tra il bilancio termico di un vetro singolo ed uno doppio



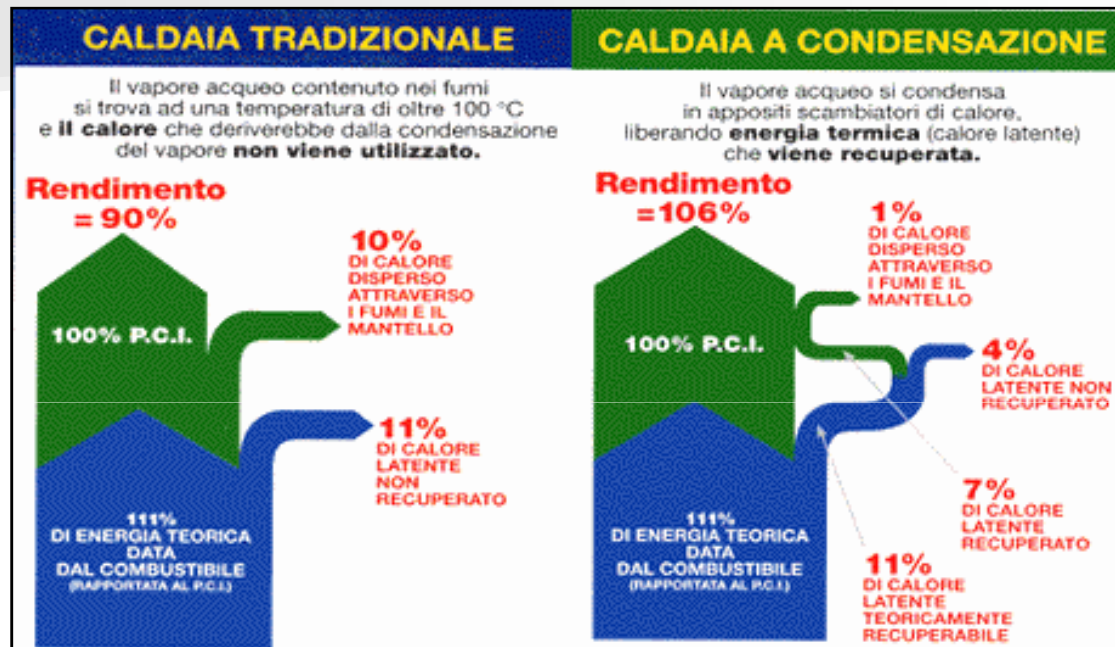
La vita di un laterizio



Requisiti operativi

- Impianto di riscaldamento ad alta efficienza (caldaia a condensazione)
- Uso di pompe di calore
- Preriscaldamento del flusso di ventilazione
- Riduzione del salto termico interno - esterno

Impianto di riscaldamento ad alta efficienza (caldaia a condensazione)

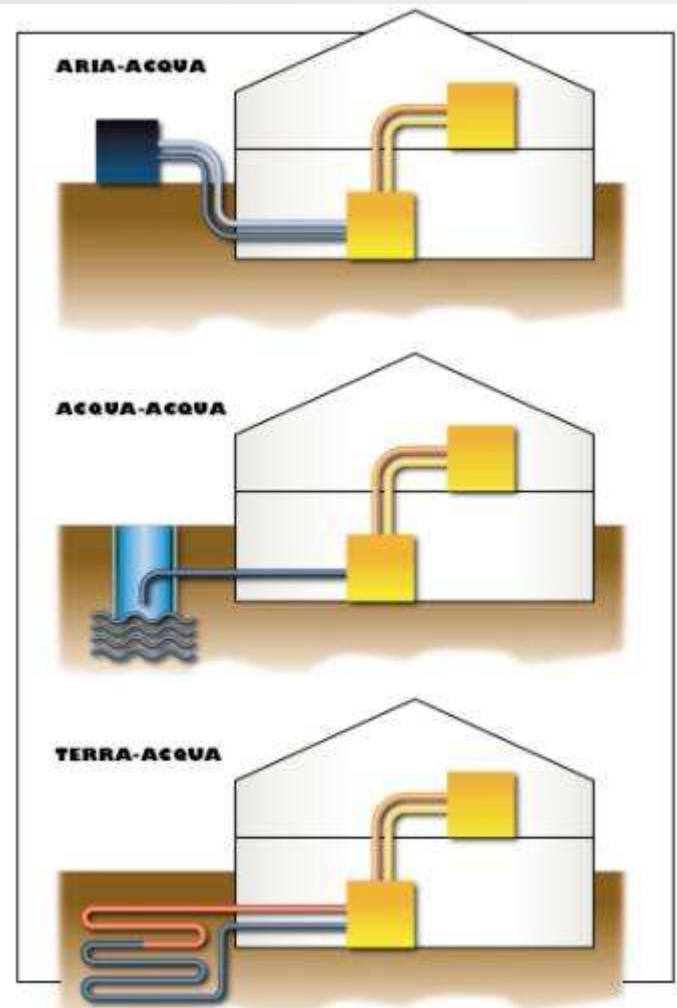


Rendimenti elevati

Le caldaie a condensazione grazie all'impiego di uno speciale scambiatore di calore sono in grado di recuperare gran parte del calore altrimenti disperso tramite l'espulsione dei fumi. Per condensare il vapore dei fumi, i generatori utilizzano la temperatura dell'acqua di ritorno dall'impianto termico, più fredda rispetto alla temperatura dell'acqua di mandata.

Uso di pompe di calore

Tipologie



La pompa di calore è un dispositivo meccanico in grado di trasferire il calore estratto da una sorgente a bassa temperatura (sorgente fredda) verso un ambiente a temperatura più alta (pozzo caldo).

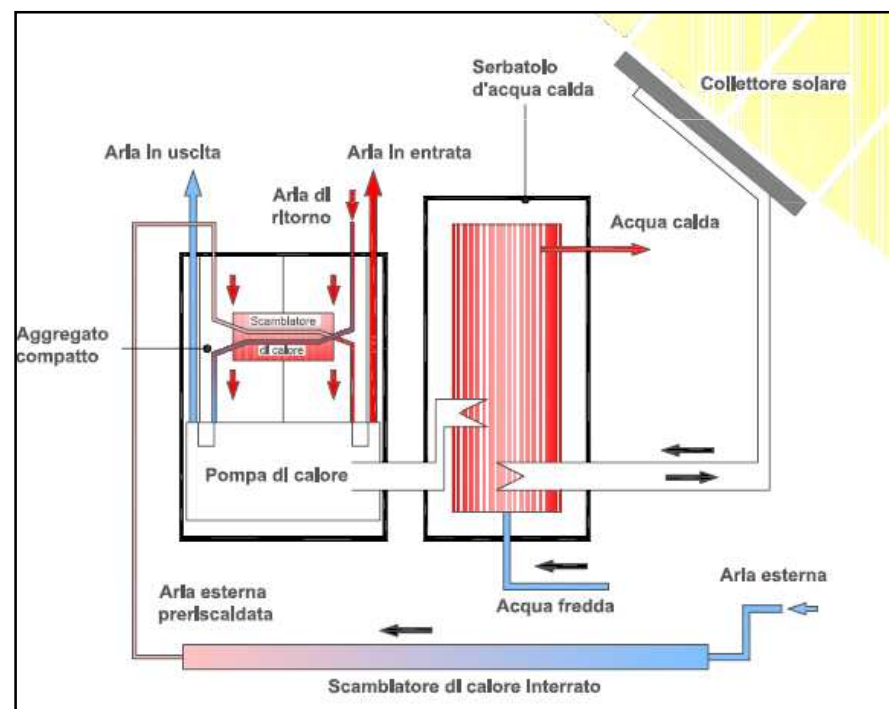
Efficienza di una pompa di calore

L'efficienza di una pompa di calore elettrica è misurata dal coefficiente di prestazione "C.O.P." che è il rapporto tra energia fornita ed energia elettrica consumata. Il C.O.P. è variabile a seconda del tipo di pompa di calore e delle condizioni di funzionamento ed ha, in genere, valori intorno a 3.

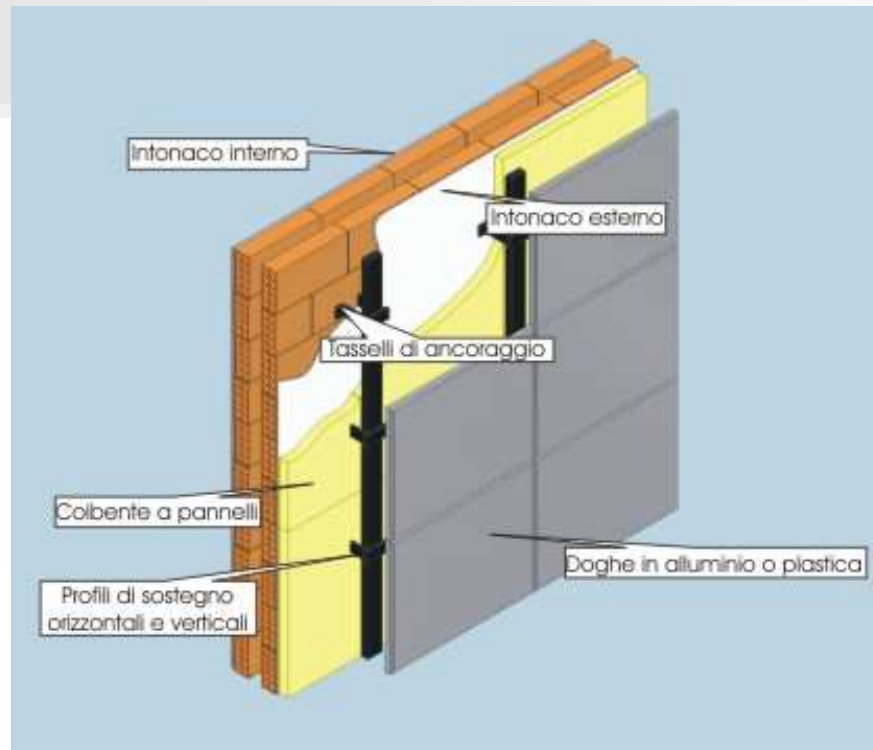
Preriscaldamento del flusso di ventilazione

I sistemi di Ventilazione Meccanica Controllata (VMC) sono tecnologie che permettono la ventilazione continuativa delle residenze "controllando" le portate d'aria di rinnovo secondo le esigenze determinate in fase di progetto.

- garantiscono portate d'aria di immissione/estrazione, in quantità prestabilite
- garantiscono possibilità di variare tali portate dell'aria in funzione delle condizioni ambiente
- garantiscono possibilità di filtrazione dell'aria (nei sistemi a doppio flusso)
- garantiscono possibilità di recupero del calore sull'aria espulsa (nei sistemi a doppio flusso)



Riduzione del salto termico interno - esterno



Tra isolante e rivestimento si crea un'intercapedine d'aria che, per "effetto camino", attiva un'efficace ventilazione naturale assicurando notevoli benefici (mantiene assolutamente asciutto l'isolamento termico, asportandone ogni eventuale ristagno di condensa).

I vantaggi che si ottengono sono: correzione dei ponti termici e riduzione degli effetti indotti nelle strutture e nei paramenti murari dalle variazioni rapide o notevoli della temperatura esterna.