

29 maggio 2013/ Camera di Commercio Parma

**Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico**

**Agnese Ghini – Dipartimento di Ingegneria Civile, dell’Ambiente, del Territorio e Architettura- Università degli Studi di Parma**





## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico



[...] ci siamo affidati alle leggi della fisica: se le perdite di calore vengono fortemente ridotte attraverso l'isolamento e il recupero di calore, allora la somma dell'irraggiamento solare e delle fonti di calore interne sono quasi sufficienti a mantenere un clima confortevole all'interno di un edificio, anche nel freddo inverno mitteleuropeo [...]  
*W. Feist*

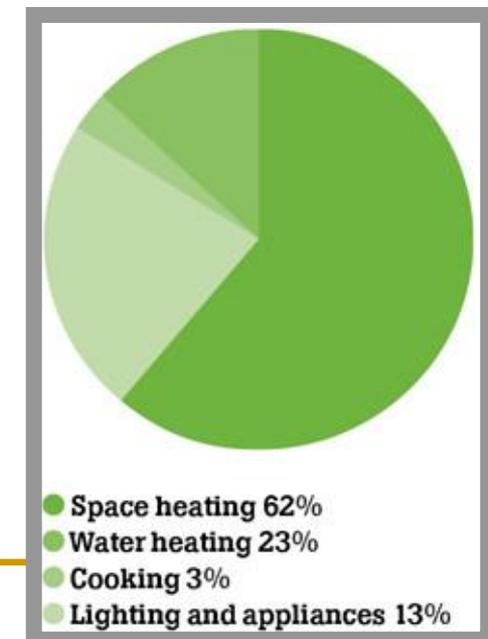


## Low energy building o 'edificio ad energia quasi zero'

### Direttiva 2010/31/UE

Edificio ad altissima prestazione energetica (allegato I). Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze.

L'edificio low energy è caratterizzato da un **alto livello di isolamento, finestre ad efficienza energetica, basse perdite per ventilazione e recupero di calore dalla ventilazione al fine di contenere il dispendio di energia per climatizzare.** Impiegano tecniche di solare passivo o attivo.



UK domestic energy consumption break-down (by final use).  
Source: BRE figures for 2001



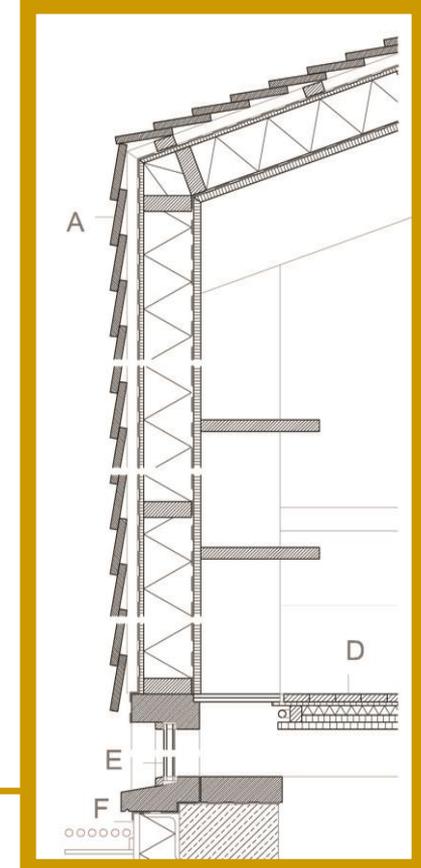
## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

### L'involucro rappresenta l'elemento fisico di mediazione tra ambiente esterno ed interno.

Esso modula o trasforma - in modo naturale o artificiale - potenziandoli o riducendoli, i segnali fisici termici, acustici, luminosi provenienti dall'esterno.

Esso può essere considerato un generatore di segnali, dal cui controllo dipende la qualità ambientale percepita dall'utente. Da questa interpretazione risultano evidenti le potenzialità progettuali nella messa a punto di nuovi sistemi di involucro orientati agli obiettivi di qualità ambientale e di sviluppo sostenibile.

Costituisce, pertanto, un importante ambito in cui sviluppare innovazione tecnologica.





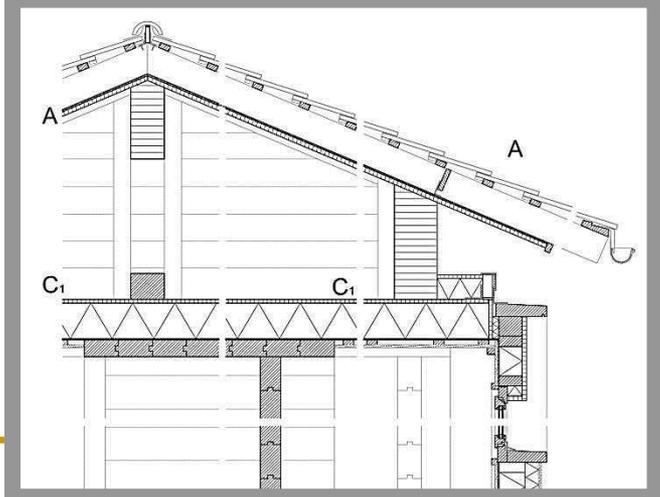
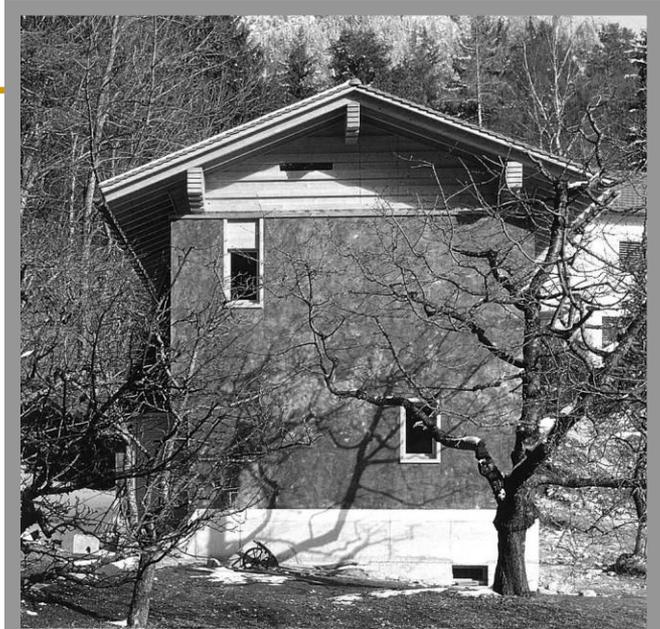
## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

### I quattro modelli di controllo ambientale

R. Banham

**Involucro conservativo**, che utilizza grandi masse murarie con poche aperture per ridurre le dispersioni termiche nelle varie stagioni dell'anno.

**Involucro selettivo**, che ricorre a principi generali analoghi all'involucro conservativo ma con l'introduzione di grandi pareti trasparenti per l'illuminazione e il riscaldamento passivo.

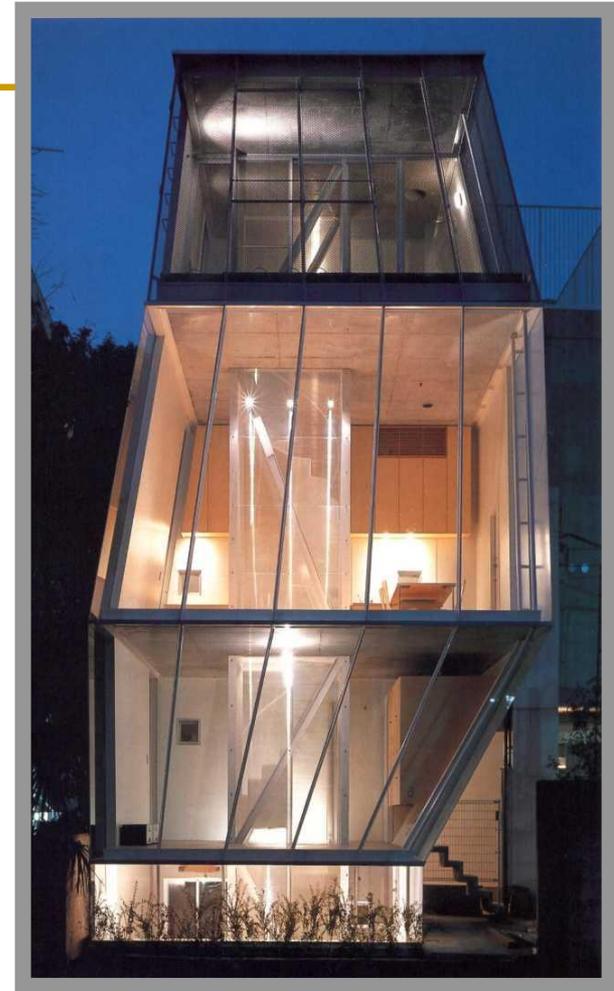




## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

**Involucro rigenerativo**, che affida a sistemi impiantistici tutti i problemi del controllo ambientale e assume l'involucro esclusivamente come barriera per diminuire l'interazione tra l'interno e l'esterno.

**Involucro ecoefficiente o ambientalmente interattivo o bioclimatico avanzato**, che controllo il clima indoor gestendo i flussi di energia, attraverso le modifiche dell'intorno, la forma dell'edificio, l'organizzazione degli spazi interni e le configurazioni dell'involucro.



Edificio residenziale, Tokyo, Giappone. Progetto di Kazuyo Sejima e Associates.



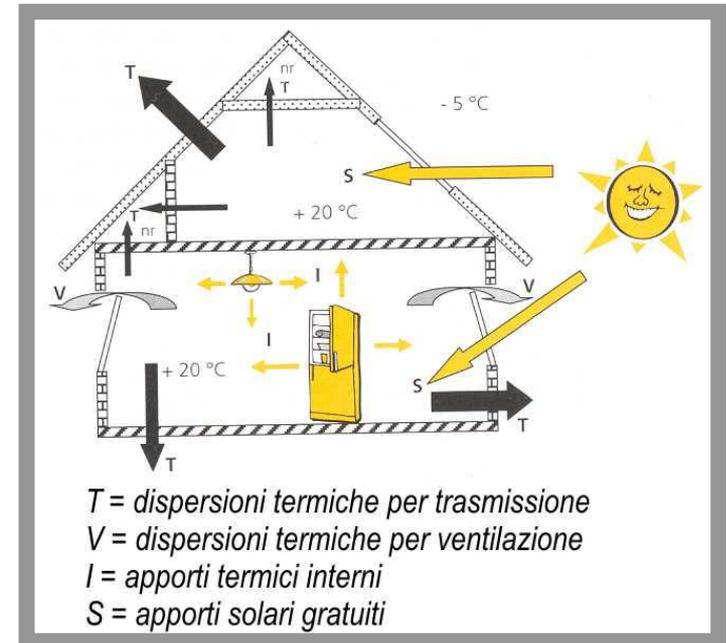
## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

### Involucro ben temperato

F. Tucci, R. Banham

Involucro come strumento di regolazione climatica naturale, attraverso tre tipologie di interfaccia:

1. **la captazione e la trasmissione solare e la sua trasformazione energetica prevalentemente termica passiva;**
2. la diffrazione e diffusione della radiazione solare per il suo impiego in termini di illuminamento naturale;
3. la schermatura per il contenimento dei fenomeni di surriscaldamento e sovrilluminamento.





## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

Nell'espressione "ben temperato" ritroviamo non solo il concetto di 'sistema di riferimento' in senso musicale ma anche il concetto di 'temperato' nel senso di 'comportamento moderato', in grado di dominare gli impulsi, moderato.

L'involucro ben temperato è un sistema tecnologico di **tipo adattivo** in grado di definire in modo ben temperato l'ambiente interno.

- Non è strettamente supportato dal sistema di climatizzazione ma strettamente relazionato ad esso.
- Combina i suoi caratteri morfologici e tecnologici con gli agenti climatici locali.
- È modulato dai suoi utilizzatori, nel rispetto della non perfetta regolarità delle condizioni ambientali del mondo naturale.



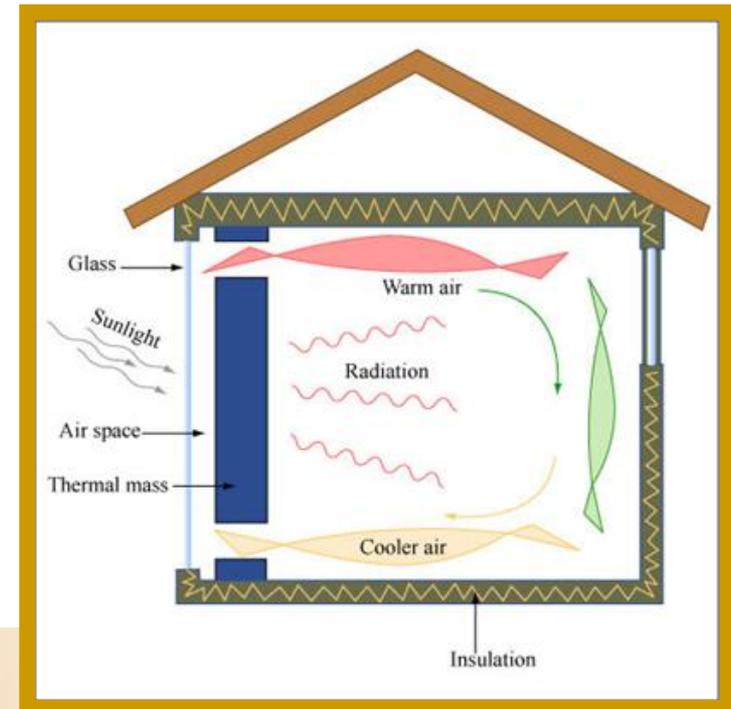
## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

### Comportamento passivo

È passivo l'edificio che - senza ricorrere a sistemi dedicati, attivati artificialmente – è in grado di modulare i flussi esterni, prevalentemente termici e luminosi, grazie alle sue caratteristiche fisiche, chimiche e geometriche.

Le **soluzioni tecnologiche passive** vengono incluse tra **sistemi bioclimatici** (v. Victor Olgyay). Questo è il concetto che sta alla base del comportamento passivo:

collegare in modo mirato alcune parti dell'edificio all'ambiente circostante permette di ottenere uno scambio energetico tra interno ed esterno in cui i flussi sono controllabili per intensità e durata.

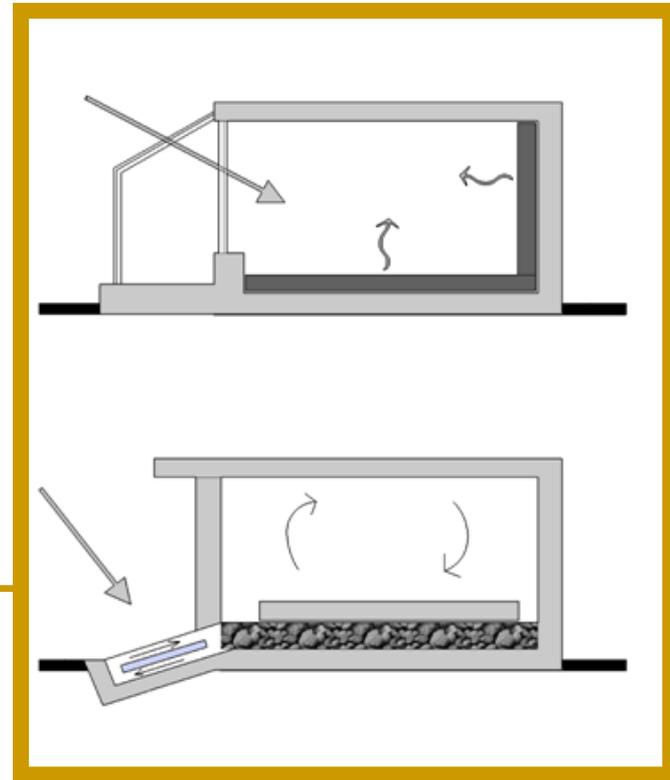
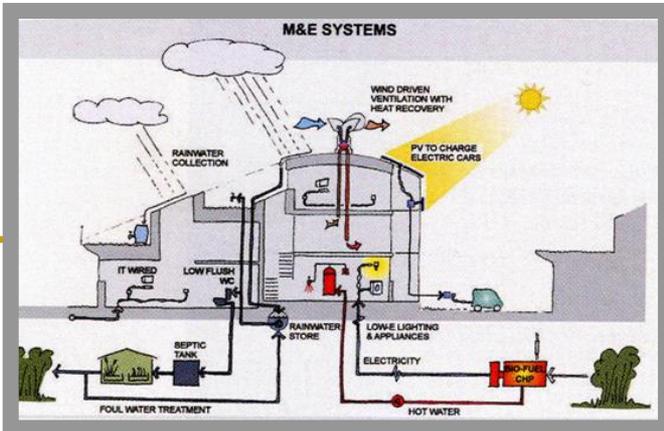
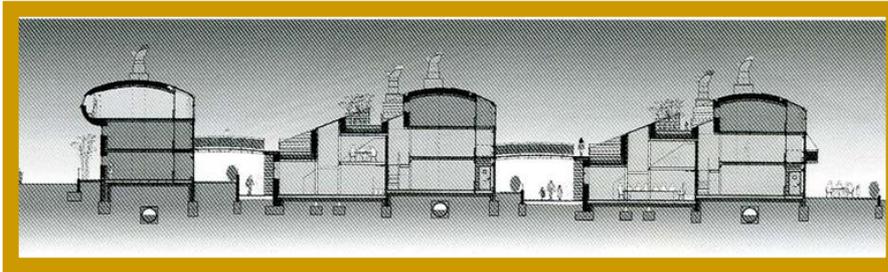




# Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

Complesso residenziale Bed Zed., Bill Dunsted e studio Arup,  
2000-2002, Londra

I sistemi passivi di riscaldamento utilizzano elementi dell'edificio per captare, accumulare e distribuire energia, così come i sistemi passivi di raffrescamento, impiegando analogamente porzioni di edificio per accumulare e distribuire energia, scaricano, quando le condizioni al contorno sono favorevoli, il calore nelle parti più fredde dell'ambiente – atmosfera, suolo, corpi acquiferi.



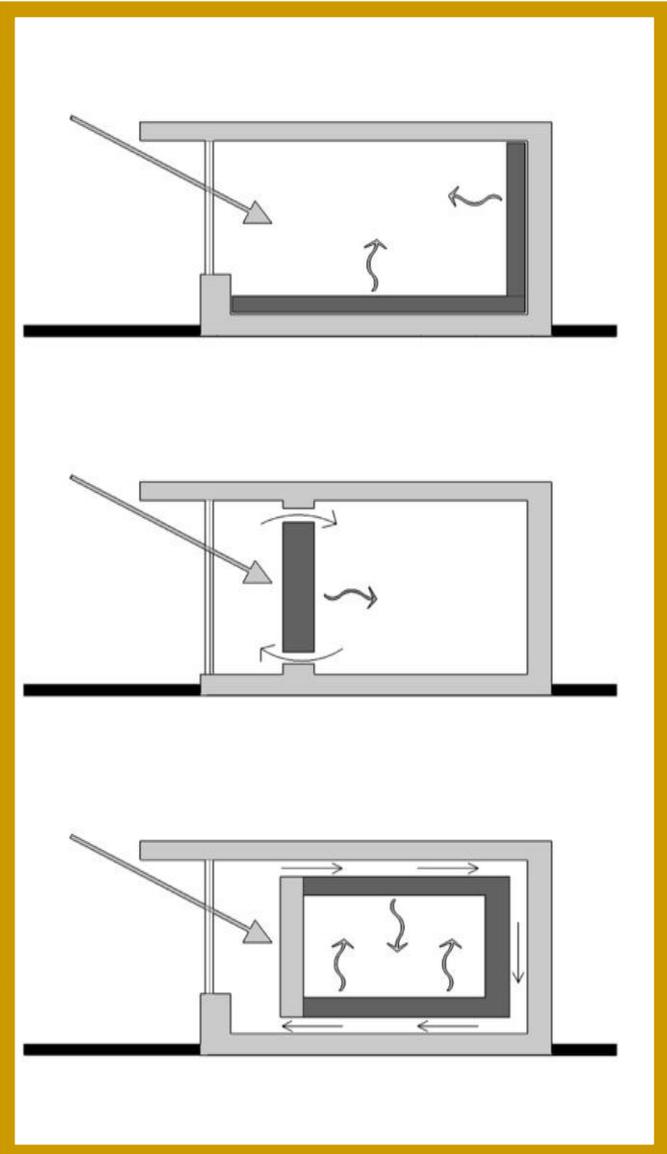
Serra solare isolata; sistema a termosifone



## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

I sistemi passivi sono elementi architettonici dell'edificio, in gran parte localizzati nell'involucro, quindi spesso indistinguibili dal resto dell'organismo.

In generale, un sistema per il riscaldamento passivo si realizza attraverso l'impiego di uno **spazio abitativo da riscaldare**, un **collettore** – che non è altro che un “assorbitore” di calore, identificabile con una porzione di involucro – un **accumulatore termico** – che spesso coincide con porzioni massive dell'edificio. In questo caso, gli scambi energetici avvengono tra collettore e accumulatore; tra collettore e spazio abitativo; tra accumulatore e spazio.



Sistema a guadagno diretto; muro di Trombe; muro di Barra-Costantini;



## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

### Le perdite di calore attraverso l'involucro

- ponti termici 7%
- chiusura superiore 10%
- chiusure opache 13%
- **chiusure inferiori 17%**
- chiusure trasparenti 18%
- perdite ventilazione 35%

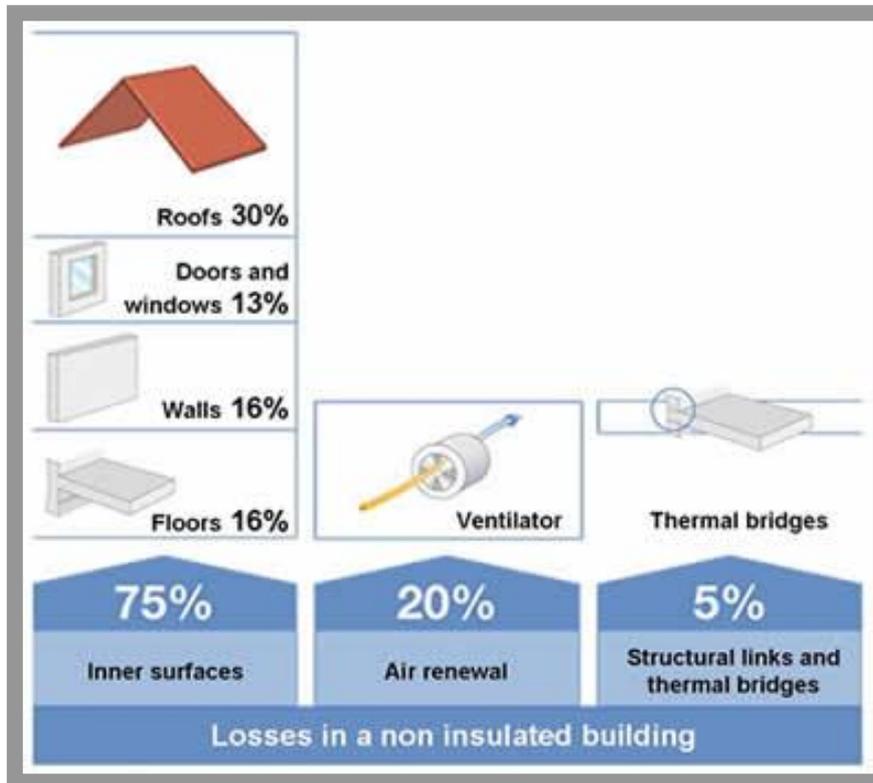


Il sistema involucro o sistema di chiusura è responsabile delle perdite per trasmissione e per ventilazione dell'intero edificio. Escludendo il solaio controterra che non affaccia direttamente con l'esterno, le chiusure verticali - opache e trasparenti - e le chiusure superiori, nonché i ponti termici in esse contenuti, sono responsabili dell'**80%** delle **perdite totali**.



## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

### Le perdite di calore attraverso l'involucro



Accorpare ponti termici e le superfici opache esposte all'esterno, **oltre il 50%** delle perdite avviene in corrispondenza delle **chiusure verticali opache** e della **chiusura superiore**.

Le perdite per ventilazione sono dovute ai ricambi d'aria ai giunti primario e secondario del serramento, ma anche ai **giunti** e alle **discontinuità** interne alle **chiusure opache**.



## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

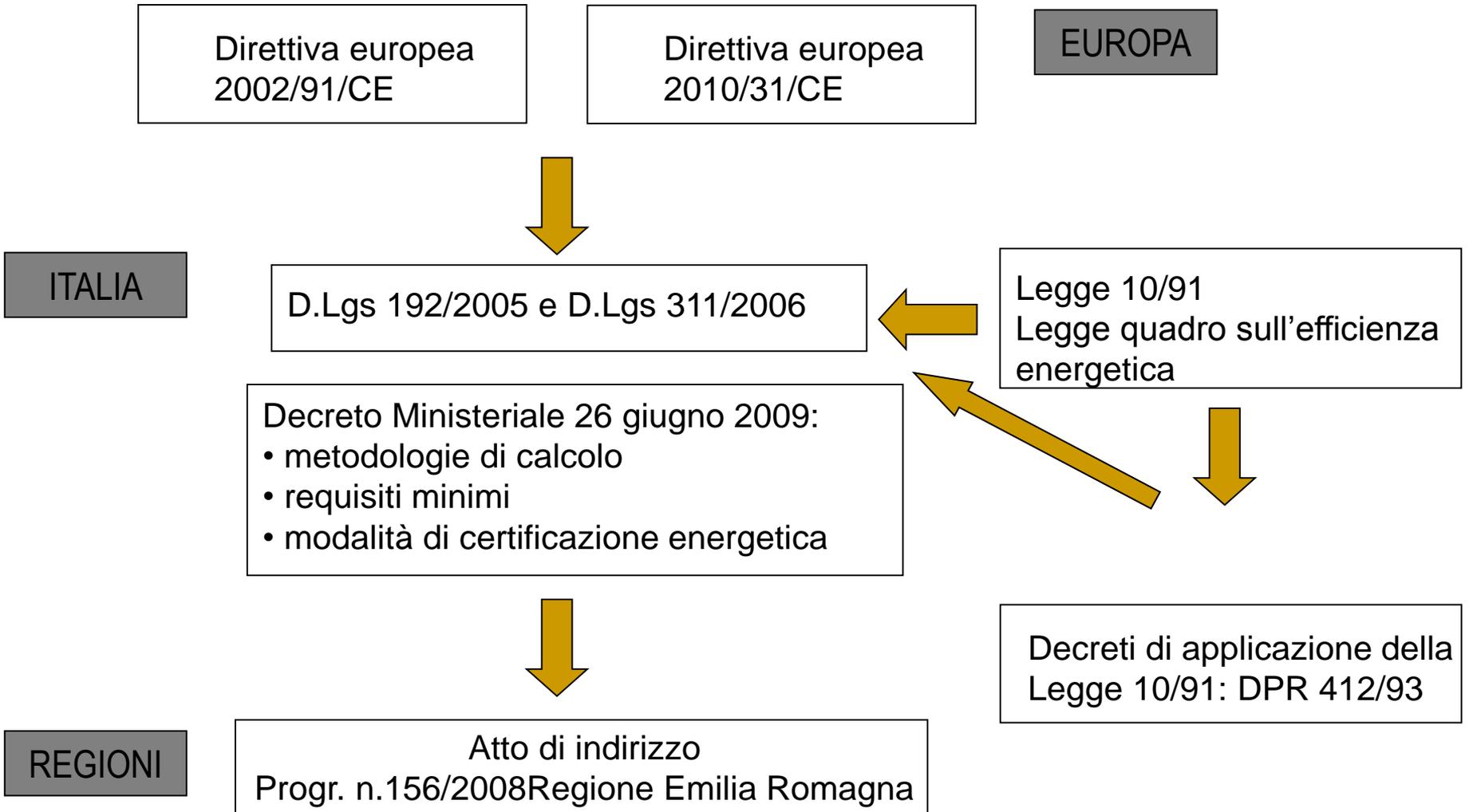
Da un'analisi condotta nell'ambito di una ricerca svolta presso il Dipartimento di Ingegneria Civile, del Territorio e dell'Ambiente e Architettura dell'Università di Parma, è emerso che le principali tendenze costruttive europee per la realizzazione della casa possono essere ricondotte a quattro modalità di base:

- del **telaio**, in acciaio o legno, **tamponato a secco** e solai a secco;
- del **setto portante in legno**, massello o con sistema interno trilitico, a montanti e traversi;
- **interamente a umido**, in cui il materiale che predomina è il laterizio;
- infine, **ibrida**, in parte a umido – di prevalenza, setti in c.a. – in parte a secco, con la presenza di stratificazioni di completamento nelle chiusure verticali, nelle partizioni interne e nella chiusura superiore.

Si osserva una prevalenza dei sistemi a setti portanti in legno e in generale una forte presenza del legno come materiale sia strutturale che di finitura.



## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico





## Analisi comparativa delle chiusure verticali

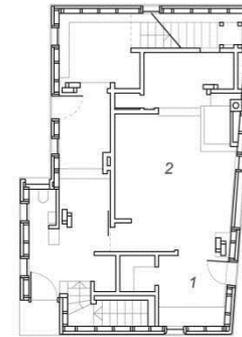
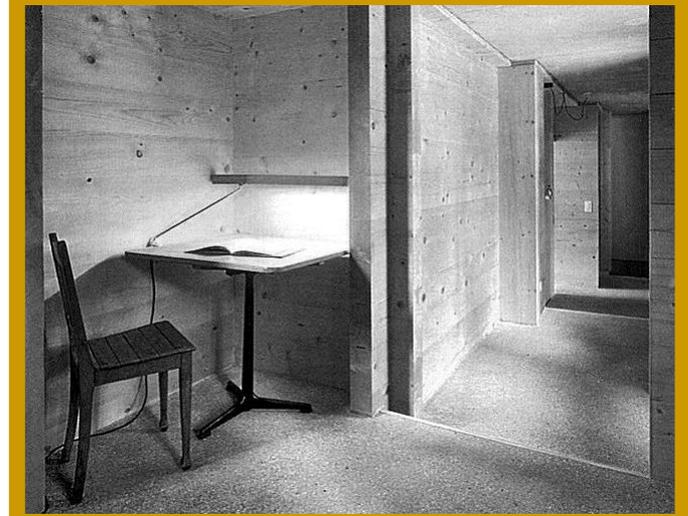
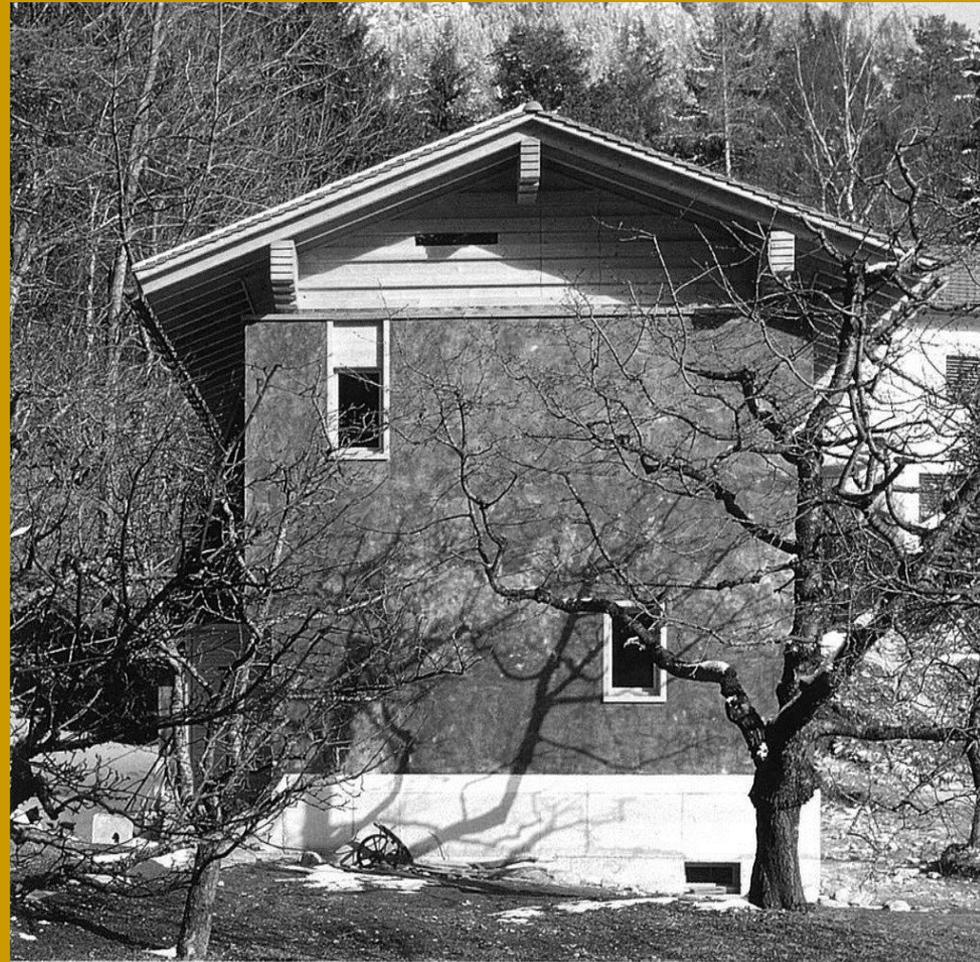
Si è proceduto all'analisi comparativa di alcune soluzioni di chiusure verticali classificate in funzione del tipo di struttura portante e del suo materiale sulla base dei seguenti parametri geometrici e fisici:

<b>spessore complessivo</b>	<b>s</b>
<b>trasmissione termica</b>	<b>U</b>
<b>sfasamento dell'onda termica</b>	<b><math>\Phi</math></b>
<b>fattore di attenuazione</b>	<b>fa</b>

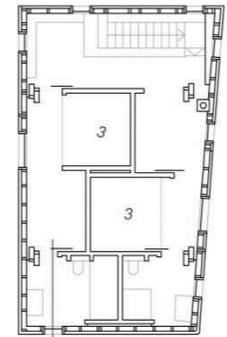
I valori limite della trasmissione, dello sfasamento e del fattore di attenuazione sono riferiti al Dlgs 311/2006 e alla deliberazione di giunta reg ER 04 03 2008.



## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico



Pianta piano rialzato



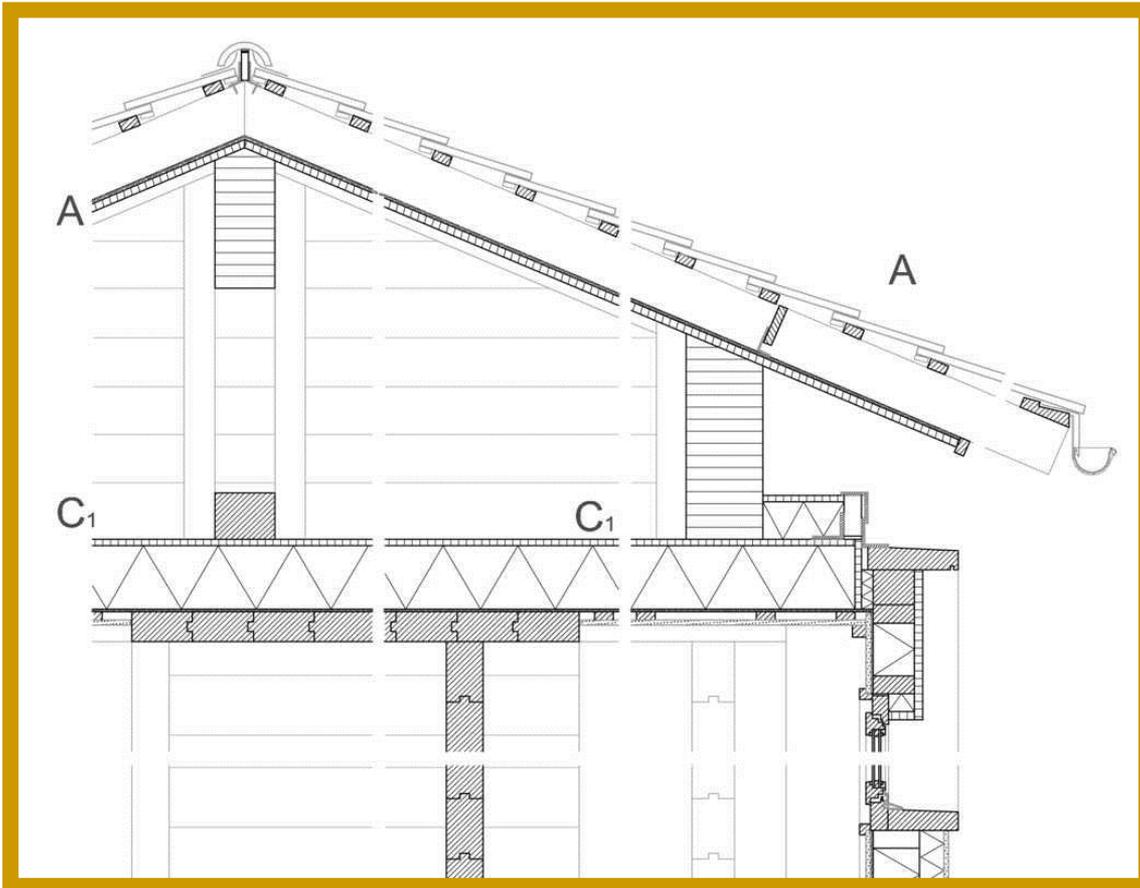
Pianta piano primo



- 1 Cucina
- 2 Soggiorno - pranzo
- 3 Camera



## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico



A Copertura 237 mm:  
tegole in laterizio a profilo arrotondato;  
correnti 30/60 mm;  
camera debolm. ventilata 180 mm;  
membrana di copertura;  
rivestimento in tavole di abete rosso 27 mm  
fissato a travi in lamellare 240/600 mm.

C1 Soletta 285 mm:  
compensato 20 mm;  
solaio in travi di abete rosso  
100/220 mm con lana minerale;  
listelli per copertura 30/60 mm;  
pannello in fibre di gesso 15 mm;  
rete di cotone a maglia di 2 mm.



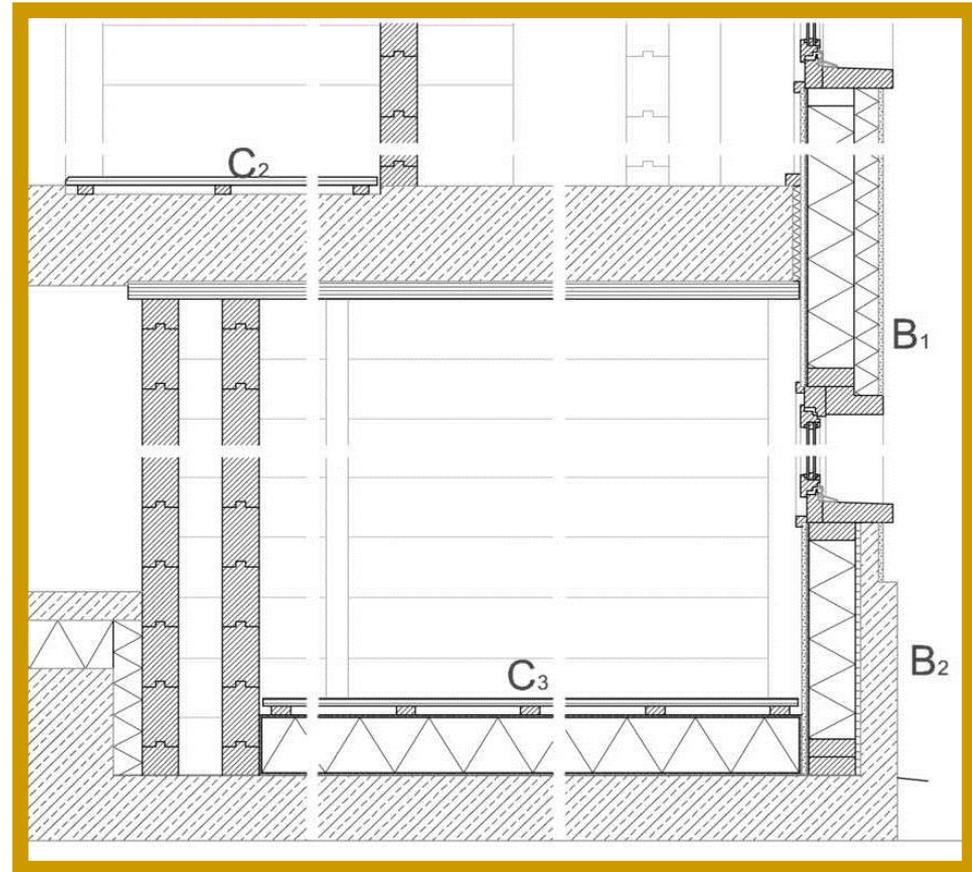
## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

**B1 Parete esterna 265 mm:**  
intonaco di calce, velatura con pigmento grigio 10 mm;  
rete armante e strato di fondo;  
pannello in fibra di legno 80 mm;  
montanti in legno 60/160 mm  
con lana minerale negli interspazi 160 mm ;  
barriera al vapore;  
pannello in fibra di gesso 15 mm;  
rete di cotone a maglia

**B2 Parete esterna 315 mm:**  
calcestruzzo 120 mm;  
pannello OSB 20 mm con funzione  
di cassero a perdere;  
lana minerale 160 mm;  
barriera al vapore;  
pannello in fibra di gesso 15 mm;  
rete di cotone a maglia di 2 mm.

**C2 Soletta 406 mm:**  
tavole in abete rosso saponate 26 mm;  
correnti 30/50 mm;  
solaio in calcestruzzo armato 290 mm;  
tavole in abete rosso piallate  
60/200 mm.

**C3 Solaio contro terra 476 mm:**  
tavole in abete rosso 26 mm;  
listelli 30/60 mm;  
barriera al vapore;  
listelli di appoggio 50/200 mm  
con cellulosa negli interspazi 200 mm;  
barriera al vapore;  
calcestruzzo armato 220 mm.





# Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

## Analisi comparativa delle chiusure verticali – la schedatura

### Casa d'abitazione

**Lugogo:** Furstenbruck, Svizzera  
**Anno:** 2007  
**Altitudine s.l.m.:** + 774 m  
**Proprietari:** Gion Caminada  
**Struttura:** legno

A Furstenbruck, in una piccola località a sud di Coira, il volume di una casa unifamiliare è inserito in un giardino di alberi da frutto tra un eterogeneo contesto architettonico ed il temperato panorama che vanta le proprietà del corso di un torrente. Tra le rigose forme di copertura a falda e quelle a spicchi si staglia l'edificio. La bellezza autonoma è costituita da una planimetria spaziosa lignea intrinseca il cui ordine è stato stesso isolando l'effetto creato dalla collezione. I tetti e la copertura sono portati dalle pareti realizzate in legno massiccio e dai pilastri: la superficie omogenea del capellaccio armato offre la qualità degli elementi mossi da spaccature, rigata di acuminata termica, con proprietà fonoassorbenti e acustici di isolamento.

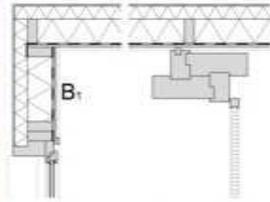
Il pacchetto di copertura presenta buoni valori di trasmittanza ed attenuazione e valori di sfasamento ottimi. Il diagramma di Clavier del mese di Gennaio evidenzia la formazione di condensa, ma in quanto inferiore al limite di legge, non è quindi necessaria una barriera al vapore esterna al limite di legge, non è quindi necessaria una barriera al vapore.

Il pacchetto di parete esterna presenta buoni valori di trasmittanza ed attenuazione e valori di sfasamento ottimi. Il diagramma di Clavier del mese di Gennaio evidenzia la formazione di condensa, ma in quanto inferiore al limite di legge, non è quindi necessaria una barriera al vapore.

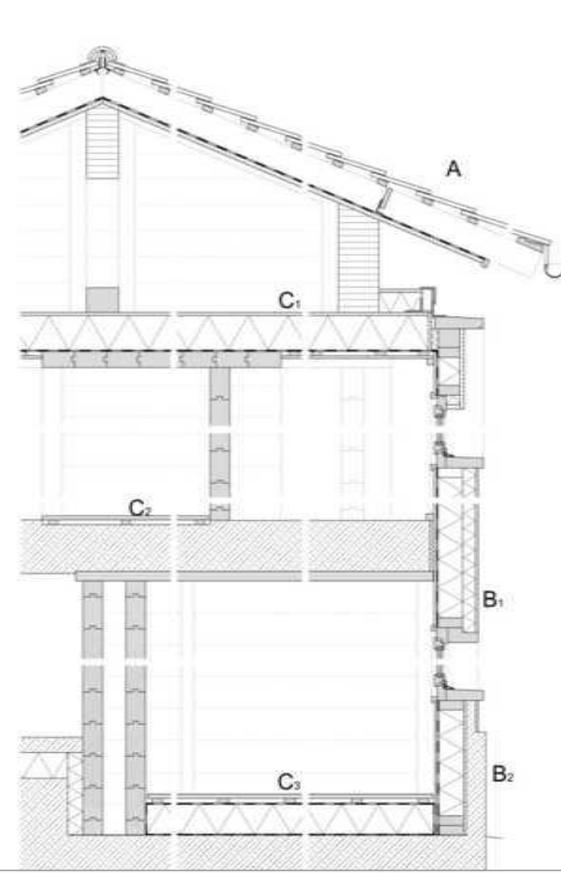
### Scheda 6



### Particolare 1 scala 1:20



### Particolare 2 scala 1:20



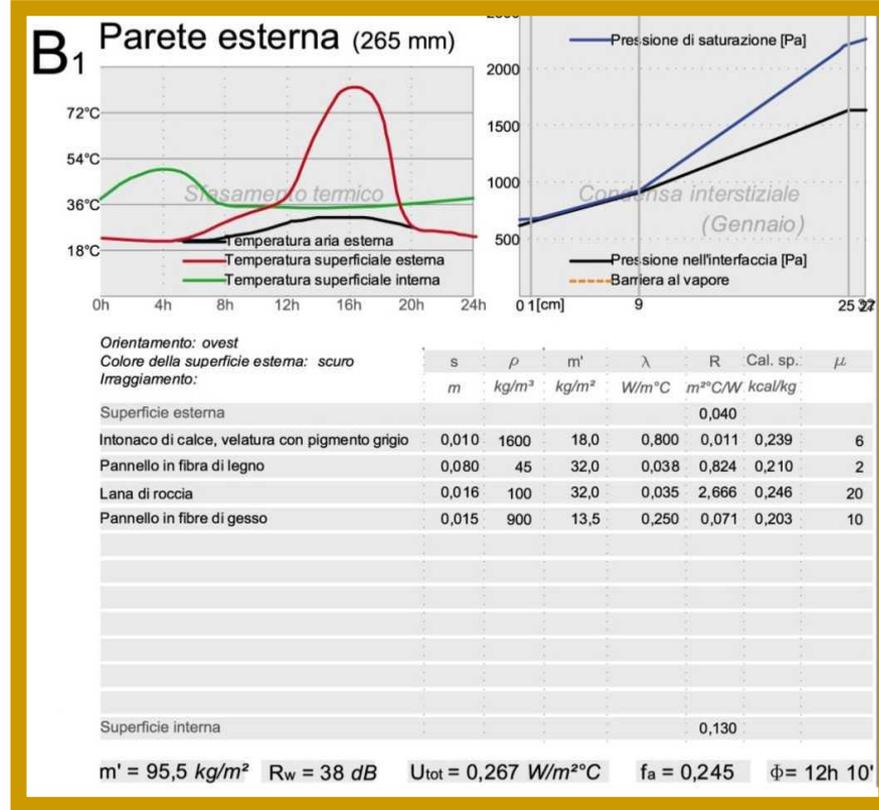
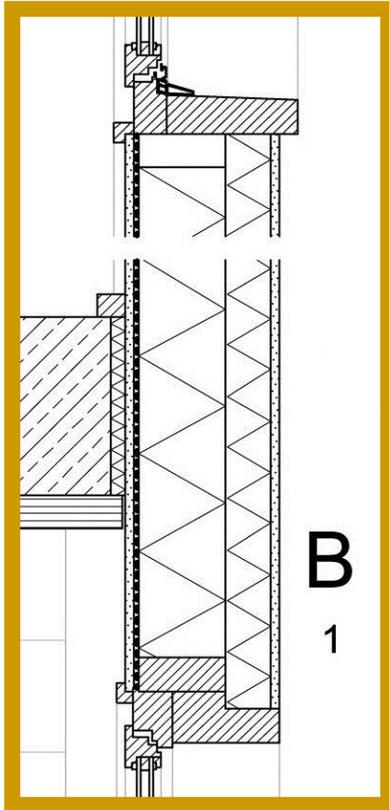
- A Copertura 237 mm:** tegole in ceramica a profilo arrotondato; cornice 30/60 mm; camera d'aria, ventilata 180 mm; membrana di copertura; rivestimento in lamiera di acciaio zincato 27 mm fissato ai montanti in lamiera 240/600 mm.
- C1 Soletta 265 mm:** compensato 20 mm; soletta in travi di abete rosso; 500/200 mm con tela espositiva; listelli per copertura 30/60 mm; pannello in fibra di gesso 15 mm; rete di cotone a maglia di 2 mm.
- B1 Parete esterna 265 mm:** intonaco di calce, velatura con pigmento grigio 50 mm; rete armante e strato di fondo; pannello in fibra di legno 60 mm; montanti in legno 60/180 mm con interposto lana di roccia 160 mm; barriera al vapore; pannello in fibra di gesso 15 mm; rete di cotone a maglia di 2 mm.
- C2 Soletta 406 mm:** tavola in abete rosso saponata 28 mm; cornici 30/60 mm; soletta in calcestruzzo armato 200 mm; tavole in abete rosso piallate 60/200 mm.
- B2 Parete esterna 315 mm:** calcestruzzo autocompattante 120 mm; pannello OSB 20 mm con funzione di cassero e perline; lana mineralizzata 160 mm; barriera al vapore; pannello in fibra di gesso 15 mm; rete di cotone a maglia di 2 mm.
- C3 Solaio contro terra 476 mm:** tavole in abete rosso 28 mm; listelli 30/60 mm; barriera al vapore; listelli di appoggio 50/200 mm con collatura negli interspazi 200 mm; barriera al vapore; calcestruzzo armato 220 mm.





# Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

## Analisi comparativa delle chiusure verticali – la schedatura

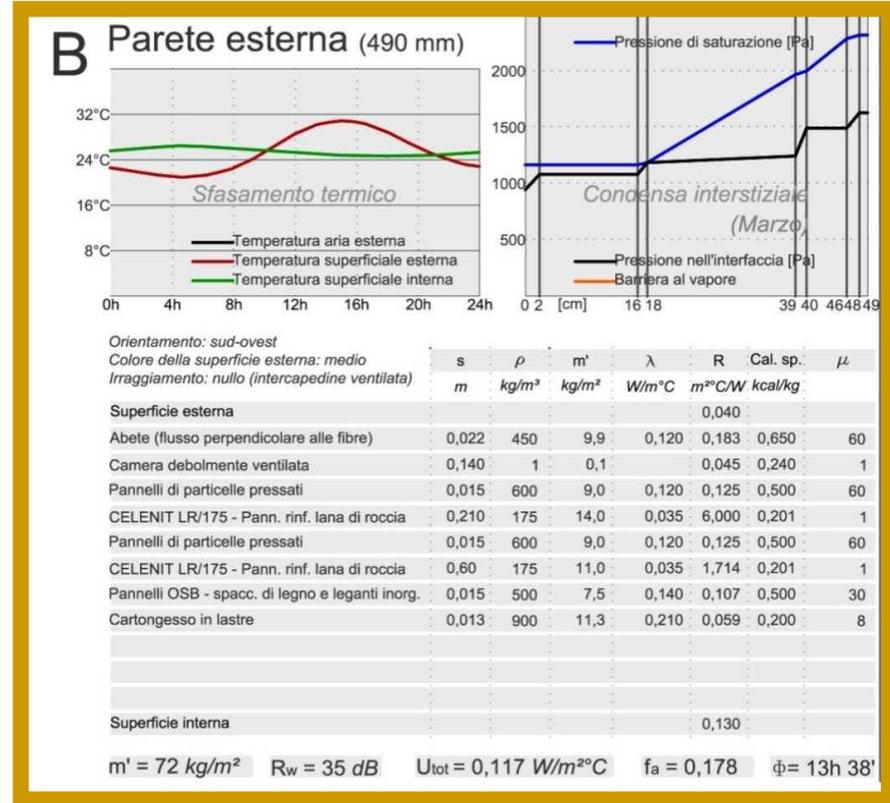
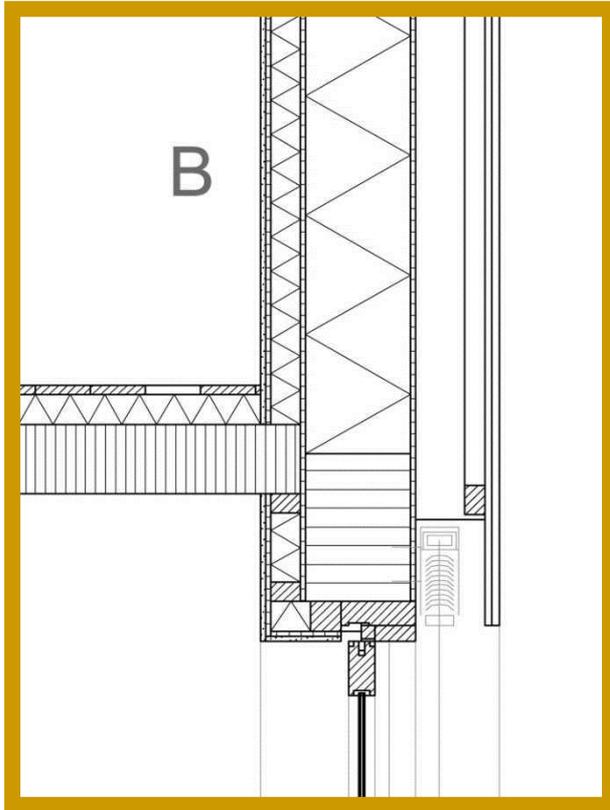






# Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

## Analisi comparativa delle chiusure verticali – la schedatura





# Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

## Analisi comparativa delle chiusure verticali – la schedatura

**Casa d'abitazione**

Luogo: **Apra**, Stoccarda, Germania  
 Anno: **Grati Giorno**  
 Altezza s.l.m.: **+ 690 m**  
 Progettati: **Hartwig N. Schneidr Architekten**  
 Struttura: **c.a./legno**  
 Rivestimento: **legno**

La previsione di un altro mattone e la differenza di livello di metri tre, generò di distribuzione spaziale vincenti per il progetto che prevede la traslazione del suo volume dietro ad una parete di grande valore coibente e aerodinamica. Il tutto, da un lato, garantisce l'isolamento univoco alle diverse situazioni, dall'altro costituisce una protezione per l'abitare. Anche in questo è strutturamento, il muro assume una funzione peculiare di alone superiore rispetto il "regno" del fardello dalla camera dei genitori. Al piano terra, il tutto garantisce una disposizione libera dei volumi abitativi. Lo scheletro prefabbricato in legno è stato assemblato sul volume del piano interrato in soli tre giorni. Se gli interni che si fessano sono state realizzate in opera.

Il pacchetto di copertura presenta un ottimo valore di trasmittanza e valori di assorbimento ed attenuazione molto buoni. Il diagramma di Cluser del mese di Aprile, evidenzia la formazione di condensa tra sotto i limiti previsti, quindi non è necessario l'isolamento di una guaina impermeabilizzante.

Il pacchetto di parete esterna presenta un ottimo valore di trasmittanza e buoni valori di assorbimento ed attenuazione. Il diagramma di Cluser del mese di Aprile evidenzia la formazione di condensa tra sotto i limiti previsti, quindi non è necessario l'isolamento di una guaina impermeabilizzante.

Il pacchetto di esteri contro terra presenta buoni valori di trasmittanza, valore di assorbimento molto buoni ed ottimi valori di attenuazione. Il diagramma di Cluser del mese di Giugno evidenzia la formazione di condensa tra sotto i limiti previsti, quindi non è necessario l'isolamento di una guaina impermeabilizzante.

**Scheda 17**

Planimetria generale scala 1:1000

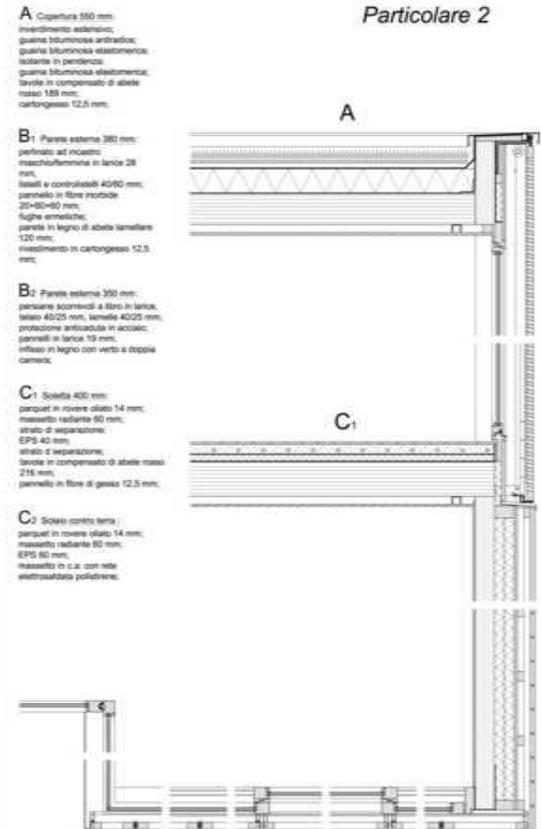
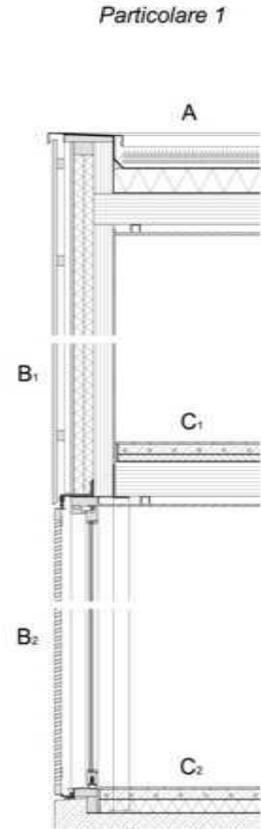
Sezione B-B' scala 1:200

Sezione A-A' scala 1:200

Planimetria primo piano scala 1:200

Planimetria piano terra scala 1:200

1. Camera  
2. Corridoio  
3. Camera da letto  
4. Camera da letto  
5. Camera da letto  
6. Camera da letto  
7. Camera da letto  
8. Camera da letto  
9. Camera da letto  
10. Camera da letto  
11. Camera da letto  
12. Camera da letto  
13. Camera da letto  
14. Camera da letto  
15. Camera da letto  
16. Camera da letto  
17. Camera da letto  
18. Camera da letto  
19. Camera da letto  
20. Camera da letto  
21. Camera da letto  
22. Camera da letto  
23. Camera da letto  
24. Camera da letto  
25. Camera da letto  
26. Camera da letto  
27. Camera da letto  
28. Camera da letto  
29. Camera da letto  
30. Camera da letto  
31. Camera da letto  
32. Camera da letto  
33. Camera da letto  
34. Camera da letto  
35. Camera da letto  
36. Camera da letto  
37. Camera da letto  
38. Camera da letto  
39. Camera da letto  
40. Camera da letto  
41. Camera da letto  
42. Camera da letto  
43. Camera da letto  
44. Camera da letto  
45. Camera da letto  
46. Camera da letto  
47. Camera da letto  
48. Camera da letto  
49. Camera da letto  
50. Camera da letto  
51. Camera da letto  
52. Camera da letto  
53. Camera da letto  
54. Camera da letto  
55. Camera da letto  
56. Camera da letto  
57. Camera da letto  
58. Camera da letto  
59. Camera da letto  
60. Camera da letto  
61. Camera da letto  
62. Camera da letto  
63. Camera da letto  
64. Camera da letto  
65. Camera da letto  
66. Camera da letto  
67. Camera da letto  
68. Camera da letto  
69. Camera da letto  
70. Camera da letto  
71. Camera da letto  
72. Camera da letto  
73. Camera da letto  
74. Camera da letto  
75. Camera da letto  
76. Camera da letto  
77. Camera da letto  
78. Camera da letto  
79. Camera da letto  
80. Camera da letto  
81. Camera da letto  
82. Camera da letto  
83. Camera da letto  
84. Camera da letto  
85. Camera da letto  
86. Camera da letto  
87. Camera da letto  
88. Camera da letto  
89. Camera da letto  
90. Camera da letto  
91. Camera da letto  
92. Camera da letto  
93. Camera da letto  
94. Camera da letto  
95. Camera da letto  
96. Camera da letto  
97. Camera da letto  
98. Camera da letto  
99. Camera da letto  
100. Camera da letto



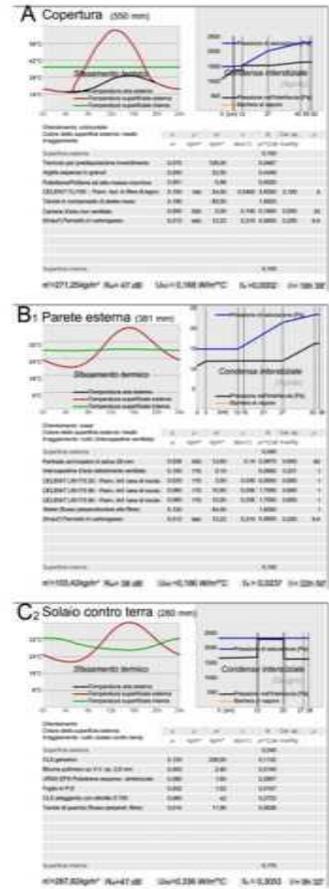
**A Copertura 550 mm**  
 Involucro esterno;  
 guaina bituminosa attivata;  
 isolante bituminoso elastomerico  
 isolante in pendenza  
 guaina bituminosa elastomerica;  
 tavole in compensato di abete  
 masso 180 mm;  
 cartongessco 12,5 mm.

**B<sub>1</sub> Parete esterna 360 mm**  
 percolato ad incastro  
 maschio/femmina in larice 28  
 mm;  
 tasselli e controtasselli 40/60 mm;  
 pannello in fibre rotte  
 20+60+60 mm;  
 foglio emulsionato;  
 parete in legno di abete lamellare  
 120 mm;  
 isolamento in cartongessco 12,5  
 mm.

**B<sub>2</sub> Parete esterna 300 mm**  
 perline scorrevoli a fibre in larice,  
 telaio 4025 mm, lamelle 4025 mm;  
 protezione antiscivolo in acciaio;  
 pannelli in larice 19 mm;  
 intonaco in legno con vetro a doppia  
 camera.

**C<sub>1</sub> Soletta 400 mm**  
 parapet in rovere di classe 14 mm;  
 massetto radiante 80 mm;  
 strato di separazione;  
 EPS 40 mm;  
 strato di separazione;  
 tavole in compensato di abete masso  
 216 mm;  
 pannello in fibre di gesso 12,5 mm.

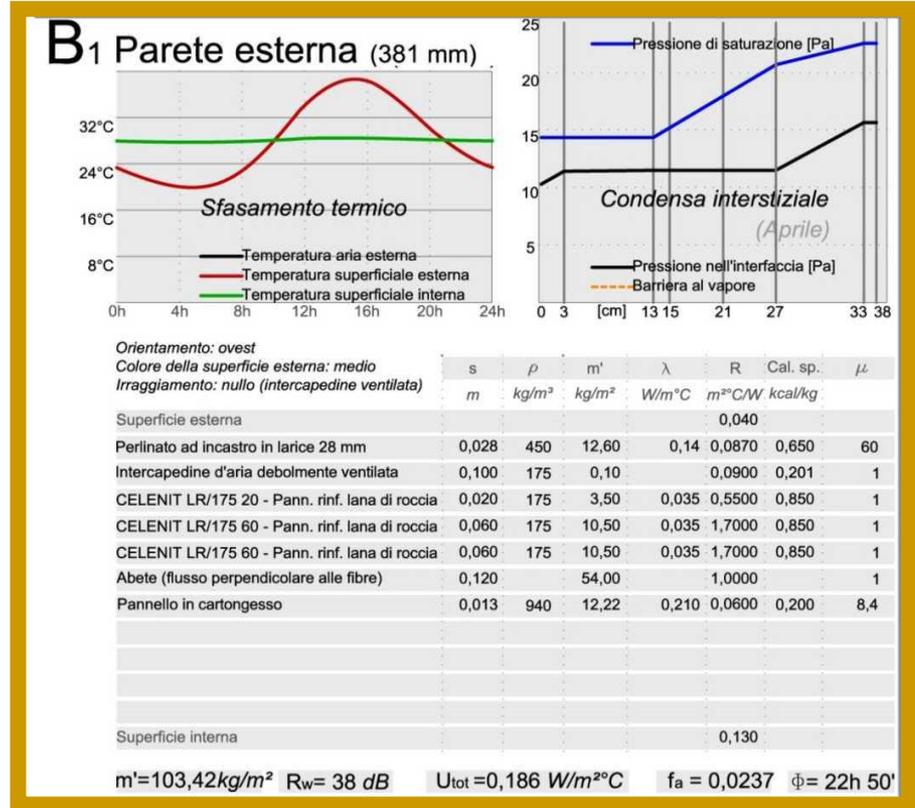
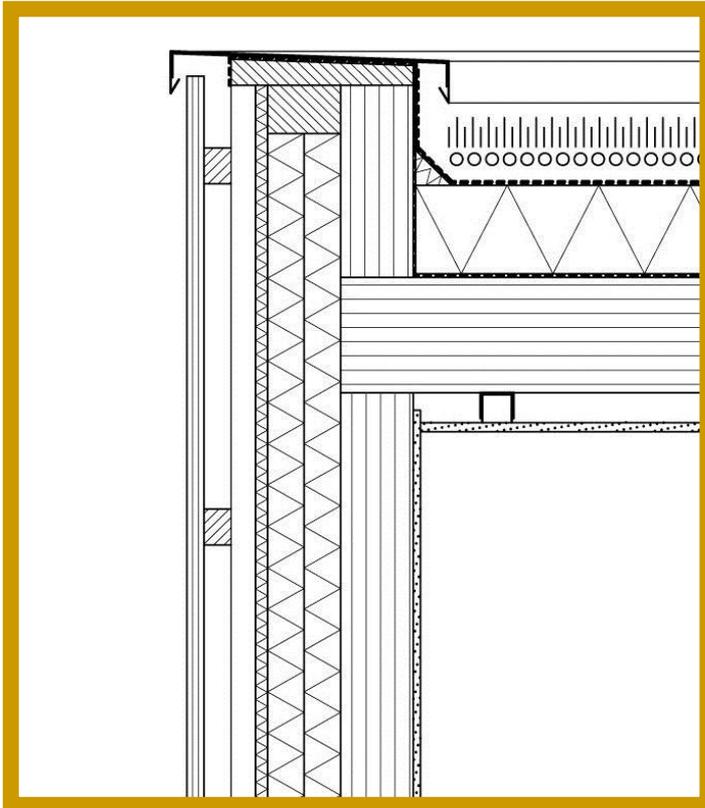
**C<sub>2</sub> Soletta contro terra**  
 parapet in rovere di classe 14 mm;  
 massetto radiante 80 mm;  
 EPS 80 mm;  
 mazzetto in c.c. con rete  
 elettrolitica polidiventa.





# Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

## Analisi comparativa delle chiusure verticali – la schedatura





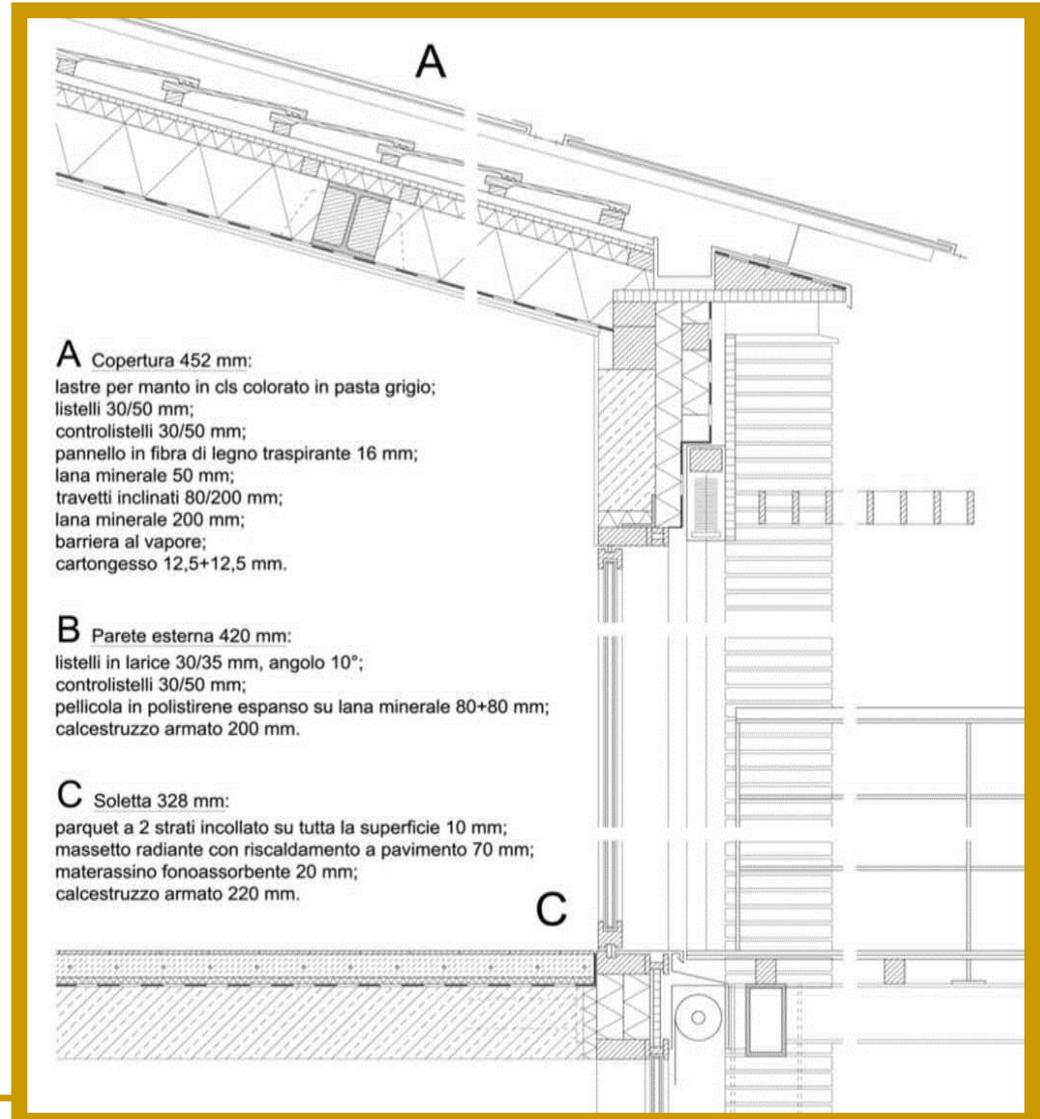
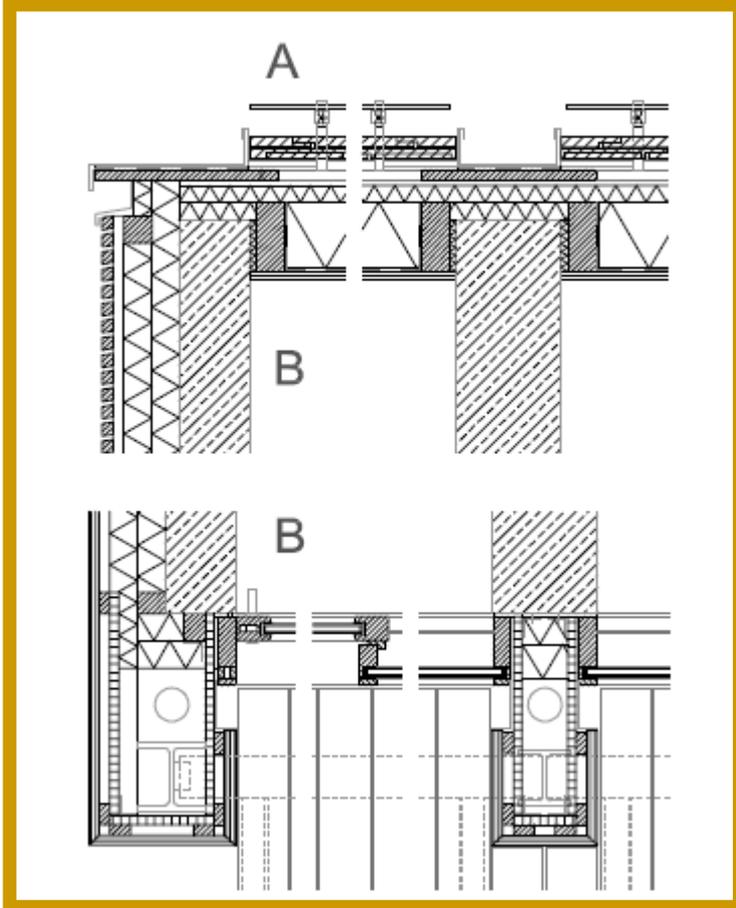
## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico



*Casa unifamigliare, Tina Volz e Michael Resch , Hegenlohe, Germania, 2003*



## Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico



# Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

## Analisi comparativa delle chiusure verticali – la schedatura

### Casa d'abitazione



**Lugaz**  
 Hegenlohe, Germania  
 Anno: 2003  
 Altezza a Laga: 4,467 m  
 Proprietari: Tina Volz/Michael Resch  
 Struttura: calcestruzzo, legno

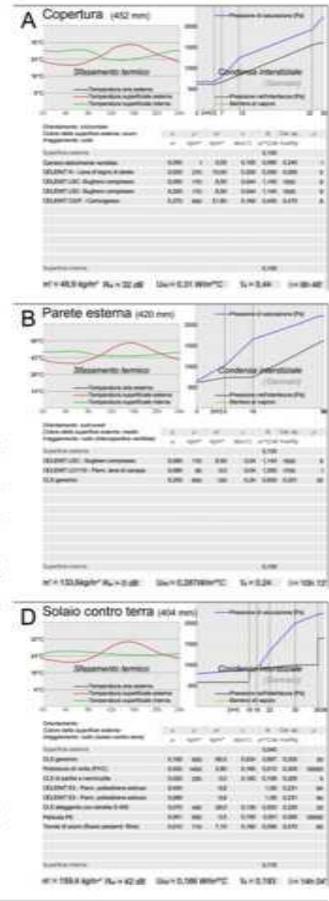
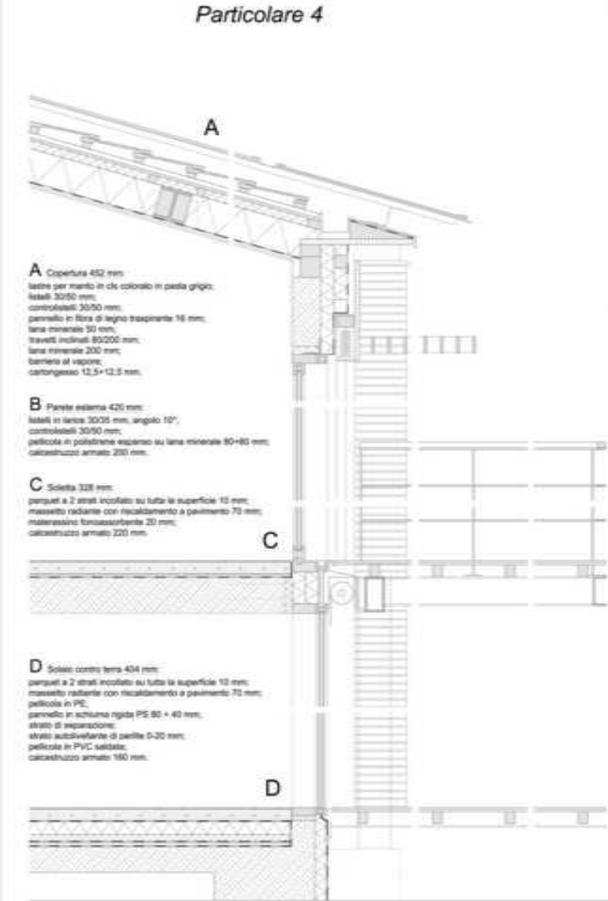
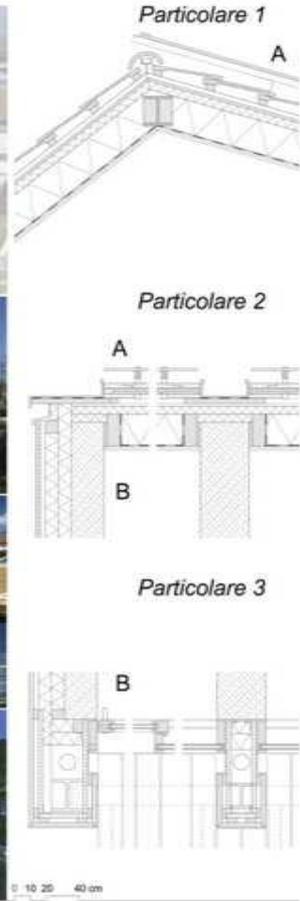
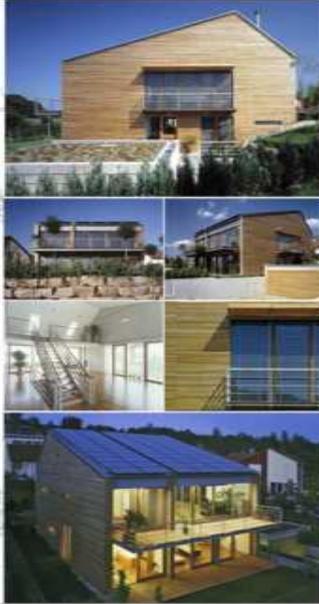
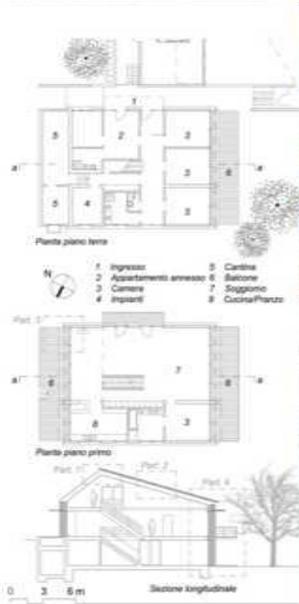
La casa si colloca in un'area residenziale immersa nell'area boschiva protetta di Schuch, caratterizzata da edifici con coperture a falda. Data la necessità di un lato esclusivo di energia rinnovabile, sono stati installati 90 moduli fotovoltaici ad orientamento. L'isolamento delle falde di copertura (inclinate di 30°) è spinto a tutti i livelli durante tutta l'estate di lavoro 120 m<sup>2</sup> di superficie isolata. L'energia elettrica viene prodotta non in un'abitazione ma in un'area dedicata, che viene usata per alimentare la rete elettrica locale e installata gradualmente. Questo fanno. Per ottimizzare l'efficienza delle pompe termiche, sono state installate pompe geotermiche a 30 m di profondità. Con l'involucro ad elevato isolamento e un rapporto AHA/SA di risultato un fabbisogno energetico ultra reale per il riscaldamento pari a 40 kWh/m<sup>2</sup>.

Il pacchetto di copertura presenta un valore di trasmissione pari alla soglia richiesta dal 2010, vale a dire un isolamento ed attenuazione in produzione alla casa e dell'aria di produzione della regione Emilia Romagna. Non è prevista condensa intermedia.

Il pacchetto di parete esterna presenta un buon valore di isolamento e alcuni "punti" di isolamento ed attenuazione. Il diagramma di Cowen non evidenzia formazione di condensa, non è quindi necessario una barriera al vapore.

Il pacchetto di soletto contro terra presenta buon valore di trasmissione e valore di isolamento atteso e buona attenuazione. Il diagramma di Cowen evidenzia la formazione di condensa, ma in quantità inferiori al 50%, il che, leggendo, non è quindi necessaria un'ulteriore barriera al vapore (almeno alle soglie dei presenti).

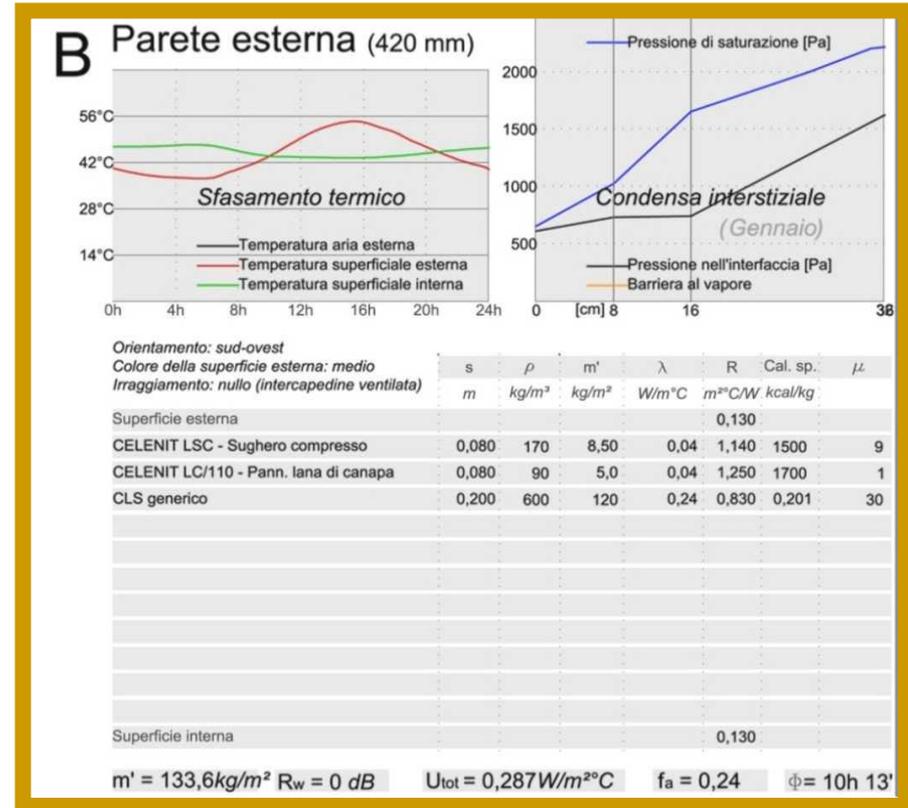
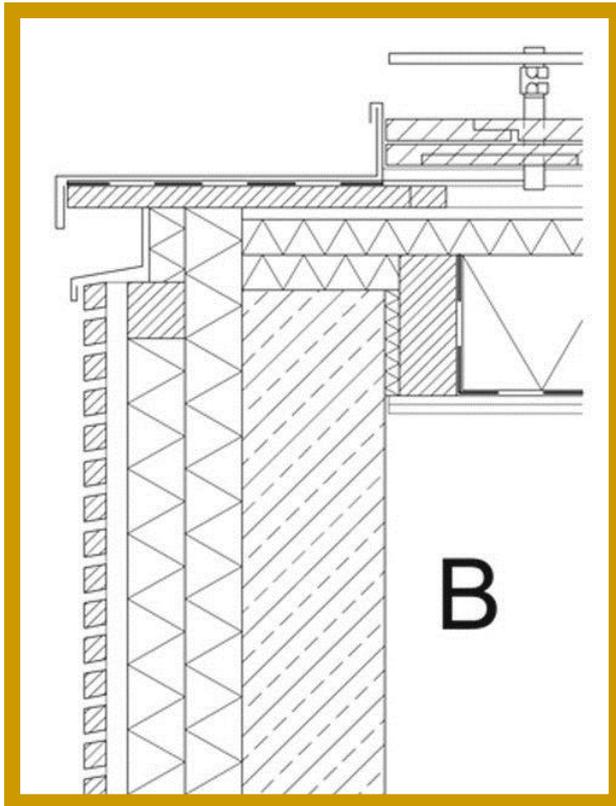
### Scheda 30





# Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

## Analisi comparativa delle chiusure verticali – la schedatura





# Involucro edilizio: comportamento passivo e risparmio energetico

**bda**  
biblioteca d'architettura

Agnese Ghini

## CASA TECNOLOGIA AMBIENTE

Architetture e prestazioni ambientali per la residenza contemporanea

