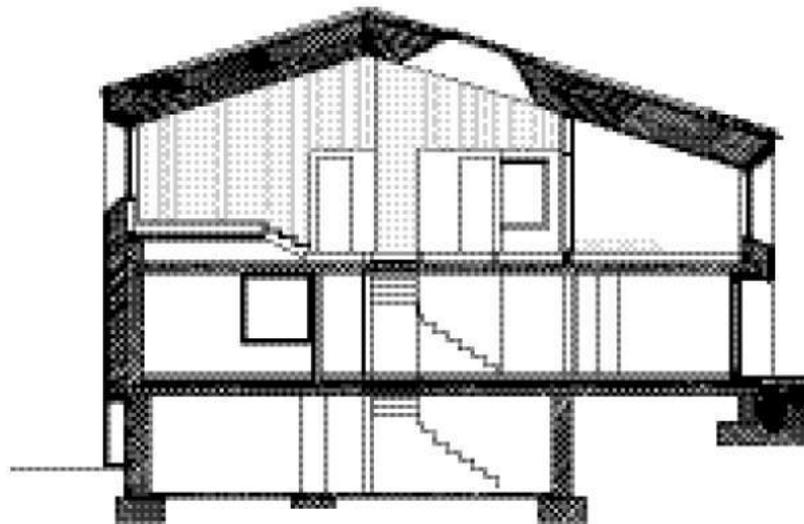


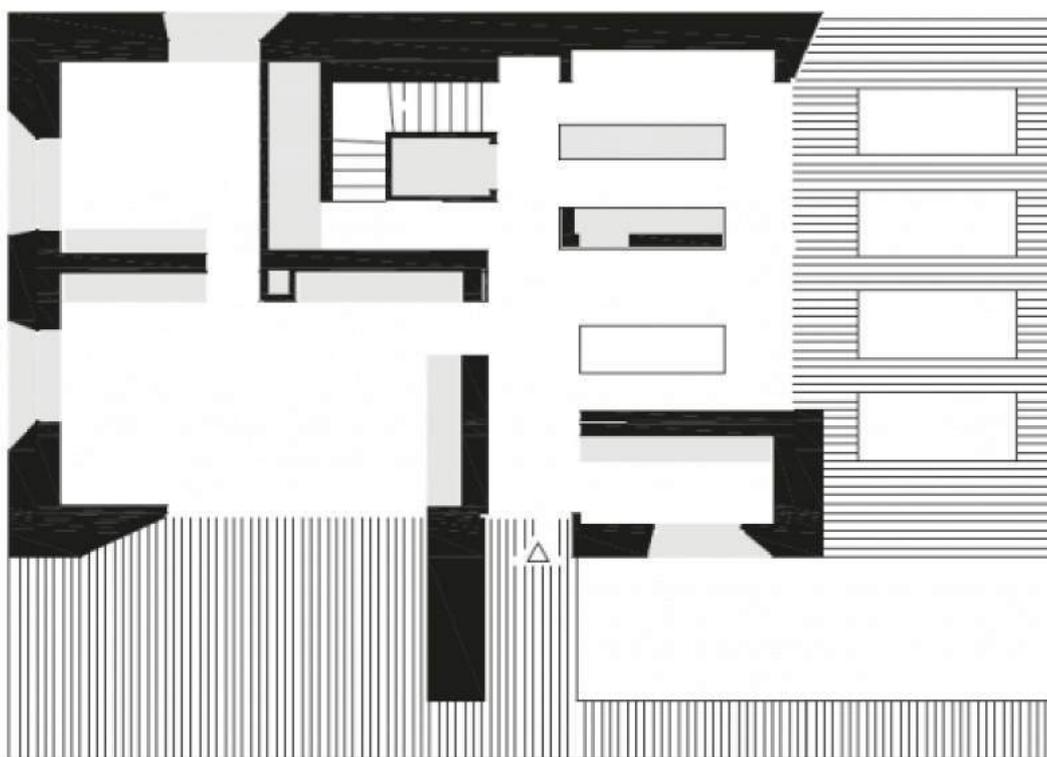
planimetria pianta piano terra edificio esistente (fuori scala)  
fonte\_Georg Betcher



sezione longitudinale edificio dopo intervento di isolamento (fuori scala)  
fonte\_Georg Betcher



ambiente interno dopo intervento di isolamento  
fonte\_Detail Green (2012)



planimetria pianta piano terra dopo intervento di isolamento (fuori scala)  
 fonte\_Georg Betcher



planimetria pianta piano primo dopo intervento di isolamento (fuori scala)  
 fonte\_Georg Betcher

consumo energetico in accordo con il certificato energetico: 14,8 kWh/m<sup>2</sup>a

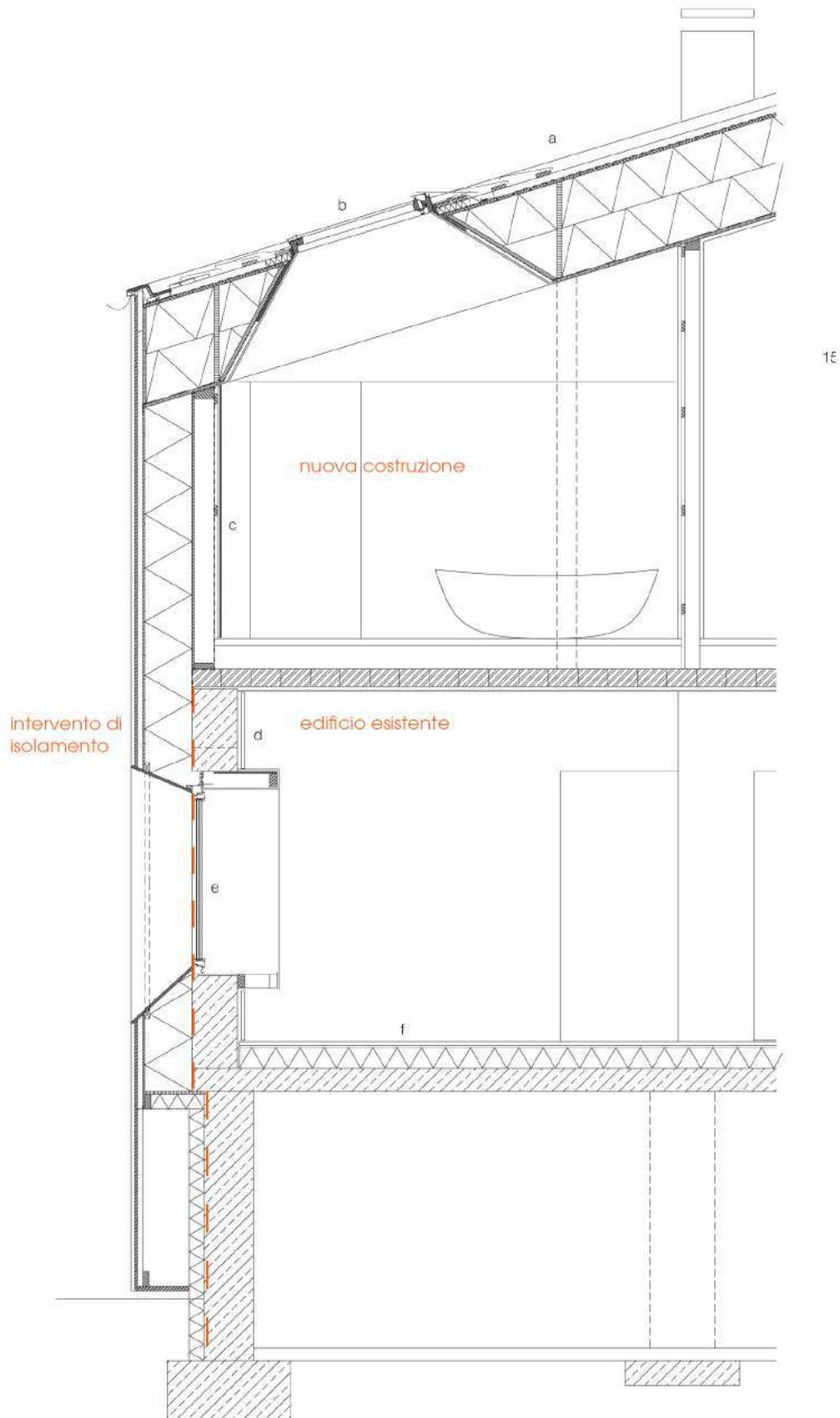
volume riscaldato: 986,7 m<sup>3</sup>

trasmissione dopo intervento:

- chiusura verticale: 0,11-0,12 W/m<sup>2</sup>K

- chiusura superiore: 0,066 W/m<sup>2</sup>K

- chiusura inferiore (basamento non riscaldato): 0,133 W/m<sup>2</sup>K



sezione chiusura verticale (fuori scala)  
 fonte\_Detail Green (2012)

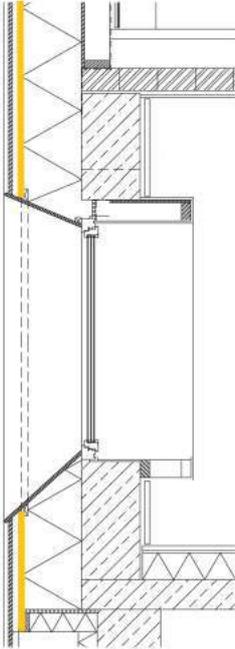
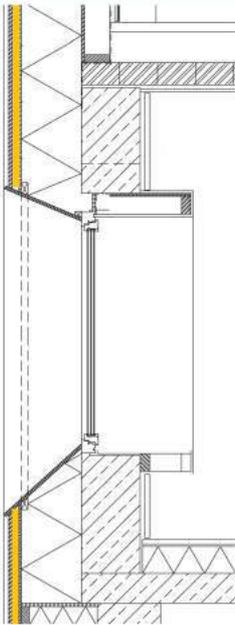
## analisi basamento di appoggio cappotto in paglia

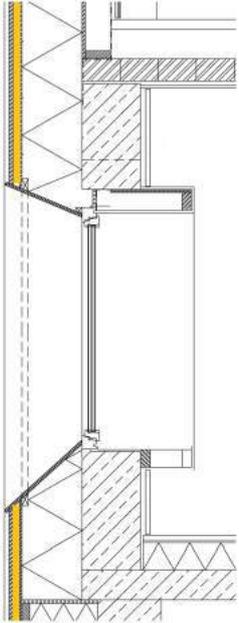
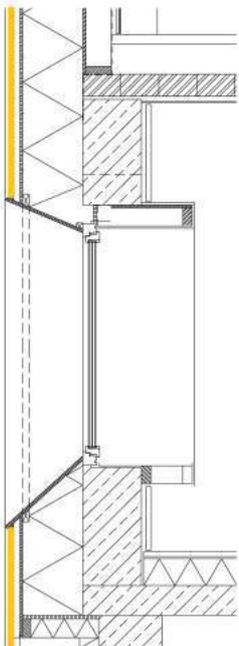
informazioni non disponibili.

Dal disegno della sezione della chiusura verticale si nota che la parte bassa dell'intervento di isolamento non è isolata con paglia, ma è stato collocato un isolante, di cui non si hanno informazioni, sulla chiusura esistente. Si evince che questa parte ha una continuità data dal rivestimento esterno mentre è presente un'intercapedine d'aria tra il rivestimento e l'isolante applicato sulla chiusura esistente.

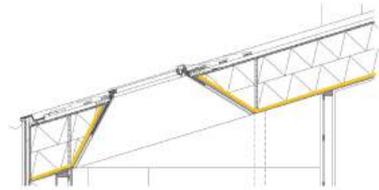
## analisi chiusura verticale

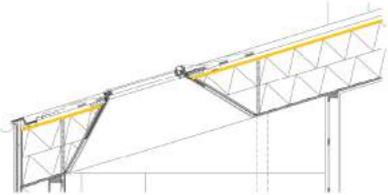
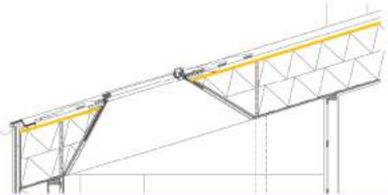
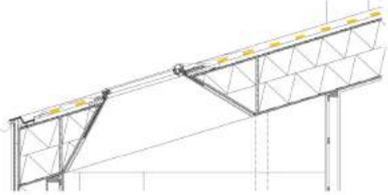
elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
<b>1_sistema di chiusura esistente</b>		
1.1 chiusura verticale - intonaco interno - muratura in mattoni - rivestimento in legno	1.1 spessore totale 37 cm circa	
<b>2_sistema di supporto e contenimento sistema isolante</b>		
2.1 struttura di supporto e contenimento del sistema isolante - pannello in legno	2.1 n.d.	  L'immagine si riferisce al piano primo che è stato costruito diversamente rispetto al piano terra. Il sistema utilizzato non si relaziona con una muratura esistente perchè è di nuova costruzione ma è stato concepito nello stesso modo per quanto riguarda il contenimento della paglia.
2.2 sostegno pannello - profilato a L	2.2 n.d.	
2.3 ancoraggio pannello alla chiusura esistente - tasselli	2.3 n.d.	
<b>3_sistema isolante</b>		
3.1 isolante - balla di paglia	3.1 spessore balla di 38 cm con fibre parallele al filo della costruzione esistente	

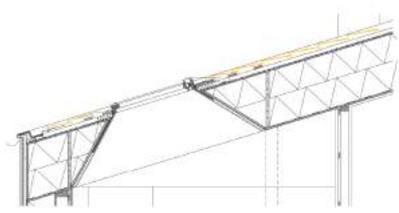
4_sistema di ancoraggio del sistema isolante		
<p>4.1 ancoraggio del sistema di isolante - nessun ancoraggio</p>	<p>4.1 attrito tra le balle di paglia e il pannello di contenimento di legno</p>	
5_sistema di rivestimento del sistema isolante		
<p>5.1 rivestimento del sistema isolante - pannello in truciolato</p>	<p>5.1 spessore pannello 1.6 cm</p> <p><span style="color: orange;">■</span> traspirabilità pannello in truciolato</p>	
6_sistema di ventilazione tra rivestimento strato isolante e supporto del sistema di rivestimento esterno		
<p>6.1 sistema di ventilazione - intercapedine</p>	<p>6.1 profondità intercapedine 4 cm</p>	

7_sistema di supporto del supporto del rivestimento esterno		
7.1 supporto del supporto del rivestimento esterno - listello in legno	7.1 dimensioni 4 x 4 cm	
8_sistema di ancoraggio del sistema di supporto del supporto del rivestimento esterno		
8.1 ancoraggio del sistema di supporto del supporto del rivestimento esterno - viti	8.1 n.d.	
9_sistema di supporto del rivestimento esterno		
9.1 supporto del rivestimento esterno - pannello in legno	9.1 spessore 2.4 cm	

10_sistema di rivestimento esterno		
10.1 rivestimento esterno - scandola	10.1 scandola sovrapposta di 2.5 volte la lunghezza della scandola stessa   assenza di sporto della copertura	

analisi chiusura superiore		
elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
<b>1_sistema di finitura interna</b>		
1.1 finitura interna - rivestimenti in pannelli di abete bianco	1.1 spessore 2.7 cm	
<b>2_sistema di ancoraggio rivestimento interno</b>		
2.1 fissaggio rivestimento interno - non definito	2.1 n.d.	
<b>3_sistema di barriera al vapore</b>		
3.1 barriera al vapore	3.1 n.d.	
<b>4_sistema di supporto del sistema isolante</b>		
4.1 supporto del sistema isolante - telaio in legno	4.1 dimensione telaio 4 x 75 x 4 cm	

5_sistema isolante		
5.1 isolante - balla di paglia	5.1 spessore balla di paglia 75 cm	
6_sistema di rivestimento sistema isolante		
6.1 rivestimento sistema isolante - rivestimento in legno	6.1 spessore 2.4 cm	
7_sistema di protezione antiumidità		
7.1 protezione antiumidità - membrana	7.1 n.d.	
8_sistema di supporto del supporto del rivestimento esterno		
8.1 supporto del supporto del rivestimento esterno - travetti	8.1 dimensione 6 x 6 cm	
9_sistema di fissaggio del supporto del supporto del rivestimento esterno		
9.1 fissaggio del supporto del supporto del rivestimento esterno - viti	9.1 n.d.	
10_sistema di supporto del rivestimento esterno		
10.1 supporto del rivestimento esterno - assi di legno	10.1 spessore 3 cm	

11_ sistema di fissaggio del supporto del rivestimento esterno		
11.1 fissaggio del supporto del rivestimento esterno - viti	11.1 n.d.	
12_ sistema di rivestimento esterno		
12.1 rivestimento esterno - tegole	12.1 n.d.	

**4.4.3 inserimento delle balle di paglia in una struttura di legno**

## SCHEDE EDIFICI

- Casa a Laval (Francia)
- Casa in Baviera (Germania)
- Casa a Nyiregyhaza (Ungheria)
- Casa a Neulengbach (Austria)

## 4.4.3.1 Casa a Laval (Francia)

**DESCRIZIONE**

Edificio libero da quattro lati inserito in un contesto urbano. Il fabbricato esistente è stato oggetto di isolamento del solaio della partizione orizzontale superiore con insufflazione di cellulosa, isolamento della chiusura verticale con balle di paglia, sostituzione infissi, inserimento di un sistema di ventilazione controllata, inserimento di pannelli solari, realizzazione di un giardino d'inverno sul retro dell'abitazione, inserimento stufa a legna. Il consumo annuo di energia per il riscaldamento e il raffrescamento è passato da 43 MWh di gasolio (prima dell'intervento) a 2 MWh di gasolio e 13 MWh di legna (dopo intervento).

**DATI COSTRUZIONE**

localizzazione\_Laval (Francia)  
 contesto\_urbano  
 altitudine\_47 m  
 gradi\_giorno\_2229  
 data\_origine\_costruzione\_1960  
 tipo\_di\_edificio\_casa libera da 4 lati  
 destinazione\_d'uso\_residenziale  
 n°piani\_2

**CARATTERISTICHE COSTRUZIONE**

chiusura\_verticale\_chiusura in muratura  
 chiusura\_trasparente  
 telaio\_pvc  
 vetro\_triplo  
 sistema di oscuramento\_tende interne

**INTERVENTO DI ISOLAMENTO**

data\_intervento\_di\_isolamento\_2009  
 progettista\_intervento\_di\_isolamento\_n.d.  
 realizzazione\_autocostruzione  
 committente\_privato  
 isolamento\_chiusura\_superiore\_cellulosa  
 isolamento\_chiusura\_verticale\_balle di paglia  
 isolamento\_basamento isolamento in paglia\_polistirene

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INTERVENTO**

edificio esistente  
 fonte\_ Le Doujet (2009)



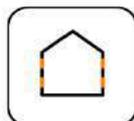
edificio dopo intervento di isolamento  
 fonte\_ Le Doujet (2009)

**INTERVENTI REALIZZATI DURANTE I LAVORI DI ISOLAMENTO**

coibentazione chiusura  
 verticale esterna



coibentazione chiusura  
 superiore



sostituzione infissi

**DOCUMENTAZIONE RICEVUTA**

- documentazione fotografica

## analisi basamento di appoggio cappotto in paglia

elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
<b>1_sistema di basamento di appoggio del sistema isolante</b>		
1.1 basamento - basamento in calcestruzzo alleggerito	1.1 altezza basamento 15 cm collocato sulla fondazione esistente dell'edificio	
<b>2_sistema di isolamento del basamento di appoggio del sistema isolante</b>		
2.1 isolante - polistirene	2.1 spessore isolante 10 cm	
<b>3_sistema di isolamento tra basamento e il sistema di isolamento</b>		
3.1 isolante - guaina impermeabile	3.1. guaina disposta sul basamento	
<b>5_sistema di fissaggio del sistema isolante con il basamento</b>		
5.1 fissaggio sistema di isolamento con il basamento sottostante - nessun fissaggio - in semplice appoggio	5.1 n.d.	

analisi chiusura verticale		
elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
<b>1_sistema di chiusura esistente</b>		
<p>1.1 chiusura verticale</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- intonaco interno</li> <li>- mattone forato</li> <li>- intercapedine d'aria</li> <li>- isolante in polistirene</li> <li>- muratura in mattoni</li> <li>- intonaco esterno</li> </ul>	<p>1.1 spessore totale 30 cm circa</p>	
<b>2_sistema di supporto e contenimento del sistema isolante</b>		
<p>2.1 struttura di supporto e contenimento del sistema isolante</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- telaio in legno</li> </ul> <p>2.2 elementi di sostegno del telaio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- profilati ad L</li> </ul> <p>2.3 elementi di ancoraggio del sostegno del telaio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tasselli</li> </ul>	<p>2.1 dimensioni telaio 50 x 150 cm</p> <p>2.2 n.d.</p> <p>2.3 n.d.</p>	
<b>3_sistema isolante</b>		
<p>3.1 isolante</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- balla di paglia</li> </ul>	<p>3.1 spessore balla 35 cm con fibre parallele al filo della costruzione esistente</p>	

4_sistema di ancoraggio del sistema isolante		
4.1 ancoraggio del sistema isolante - nessun ancoraggio	4.1 attrito tra balla di paglia e struttura in legno	
5_sistema di supporto del rivestimento esterno		
5.1 supporto del rivestimento esterno - nessun supporto	5.1 intonaco posato direttamente sulla paglia   	
6_sistema di rivestimento esterno		
6.1 sistema di finitura - intonaco di calce	6.1 spessore 3 cm circa  	

#### analisi chiusura superiore

- intervento di isolamento della chiusura superiore realizzato ma non sono presenti disegni e documentazione fotografica per comprendere l'intervento
- isolamento realizzato con insufflazione di 40 cm di cellulosa

## 4.4.3.2 Casa in Baviera (Germania)

**DESCRIZIONE**

Edificio civile di una fattoria bavarese adiacente a un edificio rurale (fienile). Il fabbricato è stato oggetto di isolamento della chiusura verticale con balle di paglia. Il rivestimento esterno del piano terra è stato realizzato con intonaco di calce mentre il piano superiore e il timpano del prospetto minore sono stati rivestiti con scandole di legno.

**DATI COSTRUZIONE**

localizzazione\_Baviera (Germania)  
 contesto\_rurale  
 altitudine\_n.d.  
 gradi\_giorno\_n.d.  
 data origine costruzione\_n.d.  
 tipo di edificio\_casa libera da 3 lati  
 destinazione d'uso\_residenziale  
 n°piani\_3

**CARATTERISTICHE COSTRUZIONE**

chiusura verticale\_chiusura in muratura  
 chiusura trasparente  
 telaio\_legno  
 vetro\_doppio  
 sistema di oscuramento\_tende interne

**INTERVENTO DI ISOLAMENTO**

data intervento di isolamento\_2006  
 progettista intervento di isolamento\_Frank Bottinger  
 realizzazione\_autocostruzione  
 committente\_privato  
 isolamento chiusura superiore\_non realizzato  
 isolamento chiusura verticale\_balle di paglia  
 isolamento basamento isolamento in paglia\_non presente

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INTERVENTO**

edificio esistente  
 fonte\_ www.baubiologie.at



edificio dopo intervento di isolamento  
 fonte\_ www.baubiologie.at

**INTERVENTI REALIZZATI DURANTE I LAVORI DI ISOLAMENTO**

coibentazione chiusura  
 verticale esterna

**DOCUMENTAZIONE RICEVUTA**

- documentazione fotografica

analisi basamento di appoggio cappotto in paglia		
elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
<b>1_sistema di basamento di appoggio del sistema isolante</b>		
1.1 basamento - basamento in calcestruzzo	1.1 n.d.	
<b>2_sistema di isolamento basamento di appoggio del sistema isolante</b>		
2.1 isolante - nessun isolamento	2.1 n.d.	
<b>3_sistema di isolamento tra basamento e il sistema di isolamento</b>		
3.1 isolante - carta catramata	3.1. foglio di carta catramata disposto sulla fondazione di calcestruzzo	
<b>4_sistema di supporto del sistema isolante</b>		
4.1 supporto sistema isolante - nessun supporto	4.1 n.d.	
<b>5_sistema di fissaggio del sistema isolante con il basamento</b>		
5.1 fissaggio del sistema isolante con il basamento - nessun fissaggio - in semplice appoggio	5.1 n.d.	

analisi chiusura verticale		
elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
<b>1_sistema di chiusura esistente</b>		
1.1 chiusura verticale	1.1 n.d.	
<b>2_sistema di supporto e contenimento del sistema isolante</b>		
2.1 struttura di supporto e contenimento del sistema isolante - struttura in legno	2.1 listelli 6 x 6 cm	
2.2 elemento di ancoraggio della struttura in legno - viti	2.2 n.d.	
<b>3_sistema isolante</b>		
3.1 tipologia di isolante - balla di paglia	3.1 spessore balla 35 cm con fibre parallele al filo della costruzione esistente	
<b>4_sistema di ancoraggio del sistema isolante</b>		
4.1 ancoraggio del sistema isolante - nessuna informazione	4.1 n.d.	
<b>5_sistema di supporto del rivestimento esterno</b>		
5.1 supporto del rivestimento esterno - rete porta intonaco	5.1 rete metallica	

6_sistema di ancoraggio del sistema di supporto del sistema isolante		
6.1 ancoraggio del sistema di supporto del sistema isolante - puntine	6.1 puntine metalliche fissate ai listelli in legno 	
7_sistema di rivestimento esterno		
7.1 sistema di finitura per piano terra - intonaco di calce  7.2 sistema di finitura per piano primo - scandole in legno	7.1 spessore 5 cm circa  7.2 n.d.  	

## analisi chiusura superiore

intervento di isolamento della chiusura superiore non realizzato

### 4.4.3.3 Casa a Nyíregyháza (Ungheria)

#### DESCRIZIONE

Edificio residenziale inserito in un contesto rurale. Il fabbricato esistente è stato oggetto di ristrutturazione completa: realizzazione di nuova copertura, isolamento chiusura verticale con balle di paglia, sostituzione infissi, inserimento pannelli solari. Il progetto è stato realizzato in autocostruzione e non è disponibile alcuna documentazione grafica.

#### DATI COSTRUZIONE

localizzazione\_Nyiregyháza (Ungheria)  
 contesto\_rurale  
 altitudine\_110 m  
 gradi\_giorno\_3064  
 data\_origine\_costruzione\_1960  
 tipo\_di\_edificio\_casa libera da 4 lati  
 destinazione\_d'uso\_residenziale  
 n°piani\_1

#### CARATTERISTICHE COSTRUZIONE

chiusura\_verticale\_chiusura in muratura  
 chiusura\_trasparente  
 telaio\_legno  
 vetro\_singolo  
 sistema\_di\_oscuramento\_n.d.

#### INTERVENTO DI ISOLAMENTO

data\_intervento\_di\_isolamento\_2010  
 progettista\_intervento\_di\_isolamento\_Titus Igaz  
 realizzazione\_autocostruzione  
 committente\_privato  
 isolamento\_chiusura\_superiore\_non disponibile  
 isolamento\_chiusura\_verticale\_balle di paglia  
 isolamento\_basamento isolamento in paglia\_non presente

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INTERVENTO



edificio esistente durante i lavori  
 fonte\_Titus Igaz



edificio dopo intervento di isolamento  
 fonte\_Titus Igaz

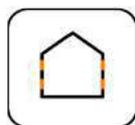
#### INTERVENTI REALIZZATI DURANTE I LAVORI DI ISOLAMENTO



coibentazione chiusura verticale esterna



coibentazione chiusura superiore



sostituzione infissi

#### DOCUMENTAZIONE RICEVUTA

- documentazione fotografica

analisi basamento di appoggio cappotto in paglia		
elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
<b>1_sistema di basamento di appoggio del sistema isolante</b>		
1.1 basamento - muratura in mattoni pieni (due teste)	1.1 altezza totale dal terreno 40 cm circa	
<b>2_sistema di isolamento basamento di appoggio del sistema isolante</b>		
2.1 isolante - nessun isolamento	2.1 n.d.  ponte termico	
<b>3_sistema di isolamento tra basamento e il sistema di isolamento</b>		
3.1 isolante - guaina impermeabile	3.1 n.d.	
<b>4_sistema di drenaggio tra il basamento e il sistema isolante</b>		
4.1 sistema di drenaggio tra il basamento e il sistema isolante - ghiaia	4.1 n.d.	
4.2 supporto di drenaggio - listello in legno	4.2 dimensioni 5 x 5 cm	
4.3 ancoraggio del supporto del drenaggio con la struttura di contenimento del sistema isolante - piattina di metallo - viti	4.3 n.d.	
<b>5_sistema di fissaggio del sistema isolante con il basamento</b>		
5.1 fissaggio del sistema isolante con il basamento - nessun fissaggio - in semplice appoggio	5.1 n.d.	

analisi chiusura verticale		
elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
<b>1_sistema di chiusura esistente</b>		
<p>1.1 chiusura verticale</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- intonaco interno</li> <li>- muratura in mattoni</li> <li>- intonaco esterno</li> </ul>	<p>1.1 spessore totale 50 cm</p>	
<b>2_sistema di supporto e contenimento del sistema isolante</b>		
<p>2.1 struttura di supporto e contenimento del sistema isolante</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- struttura in legno</li> </ul> <p>2.2 elemento di ancoraggio della struttura in legno</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- viti</li> </ul>	<p>2.1 dimensione listelli 5 x 5 cm. Distanza della struttura in legno da un'altra struttura in legno: 1 m</p> <p>2.2 n.d.</p>	
<b>3_sistema isolante</b>		
<p>3.1 isolante</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- balla di paglia</li> </ul>	<p>3.1 spessore balla 35 cm con fibre parallele al filo della costruzione esistente</p>	
<b>4_sistema di supporto del rivestimento esterno</b>		
<p>4.1 supporto del rivestimento esterno</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rete porta intonaco</li> </ul>	<p>4.1 rete metallica</p>	

5_sistema di rivestimento esterno		
5.1 sistema di finitura - intonaco di calce	5.1 spessore 3 cm	

#### analisi chiusura superiore

Intervento di isolamento della chiusura superiore realizzato ma non sono presenti disegni e documentazione fotografica per comprendere l'intervento

## 4.4.3.4 Casa a Neulengbach (Austria)

**DESCRIZIONE**

Edificio residenziale libero da quattro lati inserito in un contesto semiurbano. Il fabbricato è stato oggetto di ristrutturazione attraverso l'isolamento della chiusura verticale con balle di paglia. Non sono stati effettuati altri interventi sull'edificio esistente durante l'isolamento termico della chiusura verticale.

**DATI COSTRUZIONE**

localizzazione\_Neulengbach (Austria)  
 contesto\_semiurbano  
 altitudine\_223 m  
 gradi\_giorno\_3080  
 data origine costruzione\_1900  
 tipo di edificio\_casa libera da 4 lati  
 destinazione d'uso\_residenziale  
 n° piani\_2

**CARATTERISTICHE COSTRUZIONE**

chiusura verticale\_chiusura in muratura  
 chiusura trasparente  
 telaio\_n.d.  
 vetro\_n.d.  
 sistema di oscuramento\_n.d.

**INTERVENTO DI ISOLAMENTO**

data intervento di isolamento\_2007  
 progettista intervento di isolamento\_Erwin Schwarzmüller  
 realizzazione\_n.d.  
 committente\_privato  
 isolamento chiusura superiore\_non realizzato  
 isolamento chiusura verticale\_balle di paglia  
 isolamento basamento isolamento in paglia\_vetro cellulare

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INTERVENTO**

edificio esistente  
 fonte\_www.baubiologie.at

**INTERVENTI REALIZZATI DURANTE I LAVORI DI ISOLAMENTO**

coibentazione chiusura  
 verticale esterna

**DOCUMENTAZIONE RICEVUTA**

- documentazione fotografica

## analisi basamento di appoggio cappotto in paglia

elenco dei sistemi	caratteristiche	immagini
<b>1_ sistema di basamento di appoggio del sistema isolante</b>		
1.1 basamento - struttura lignea	1.1 n.d.	
<b>2_ sistema di contenimento del sistema isolante</b>		
2.1 contenimento sistema isolante - lastra di cartongesso	2.1 lastra di cartongesso resistente ad elevata umidità	
<b>3_ sistema di isolamento</b>		
3.1 isolante - vetro cellulare	3.1 vetro cellulare sfuso	
<b>4_ sistema di isolamento tra basamento e il sistema di isolamento</b>		
4.1 isolante - n.d.	4.1 n.d.	
<b>5_ sistema di fissaggio del sistema isolante con il basamento</b>		
5.1 fissaggio del sistema isolante con il basamento - nessun fissaggio - in semplice appoggio	5.1 n.d.	

analisi chiusura verticale		
elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
<b>1_sistema di chiusura esistente</b>		
1.1 chiusura verticale - intonaco interno - muratura in mattoni - intonaco esterno	1.1 spessore totale 50 cm	
<b>2_sistema di supporto e contenimento del sistema isolante</b>		
2.1 struttura di supporto e contenimento del sistema isolante - struttura in legno	2.1 n.d.	
2.2 elemento di ancoraggio della struttura in legno - viti	2.2 n.d.	
<b>3_sistema isolante</b>		
3.1 isolante - balla di paglia	3.1 spessore balla 35 cm con fibre parallele al filo della costruzione esistente	
<b>4_sistema di ancoraggio del sistema isolante</b>		
4.1 ancoraggio del sistema isolante - nessun ancoraggio	4.1 attrito e incastro tra balla di paglia e struttura in legno	
<b>5_sistema di supporto del rivestimento esterno</b>		
5.1 supporto del rivestimento esterno - lastra di cartongesso	5.1 lastra di cartongesso resistente ad elevata umidità	

5_sistema di rivestimento esterno		
5.1 sistema di finitura - intonaco	5.1 n.d.	

#### analisi chiusura superiore

intervento di isolamento della chiusura superiore non realizzato.

**4.4.4 inserimento delle balle di paglia in un telaio prefabbricato**

SCHEDA EDIFICIO

Casa a San Martino in Passiria (Italia)

## 4.4.4.1 Casa a San Martino in Passiria (Italia)

**DESCRIZIONE**

Edificio residenziale con piano terra adibito ad attività commerciale. Il fabbricato è di proprietà dell'architetto che ha realizzato i lavori di isolamento: ha voluto sperimentare due diversi metodi di installazione di un isolamento in paglia su piani differenti: il piano primo con inserimento della paglia in opera in telai di legno fissati alla chiusura verticale e finitura esterna ad intonaco; il piano primo con telai prefabbricati in legno con paglia già inserita e finitura esterna con legno (non ancora realizzata al momento del ricevimento della documentazione). Adiacente all'edificio esistente è stato costruito un nuovo edificio realizzato in paglia con finitura in assi di legno.

**DATI COSTRUZIONE**

localizzazione\_San Martino in Passiria - Bolzano (Italia)

contesto\_urbano

altitudine\_594 m

gradi giorno\_3118

data origine costruzione\_1969

tipo di edificio\_casa libera da 4 lati

destinazione d'uso\_residenziale e commerciale

n°piani\_3

**CARATTERISTICHE COSTRUZIONE**

chiusura verticale\_chiusura in muratura

chiusura trasparente

telcio\_legno

vetro\_doppio

sistema di oscuramento\_tende interne, tapparelle, persiane

**INTERVENTO DI ISOLAMENTO**

data intervento di isolamento\_2005-2012

progettista intervento di isolamento\_arch. Margareta Schwarz

realizzazione\_impresa di costruzione

committente\_privato

isolamento chiusura superiore\_non realizzato

isolamento chiusura verticale\_balle di paglia

isolamento basamento isolamento in paglia\_polistirene

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INTERVENTO**

edificio esistente  
fonte\_ Google Map

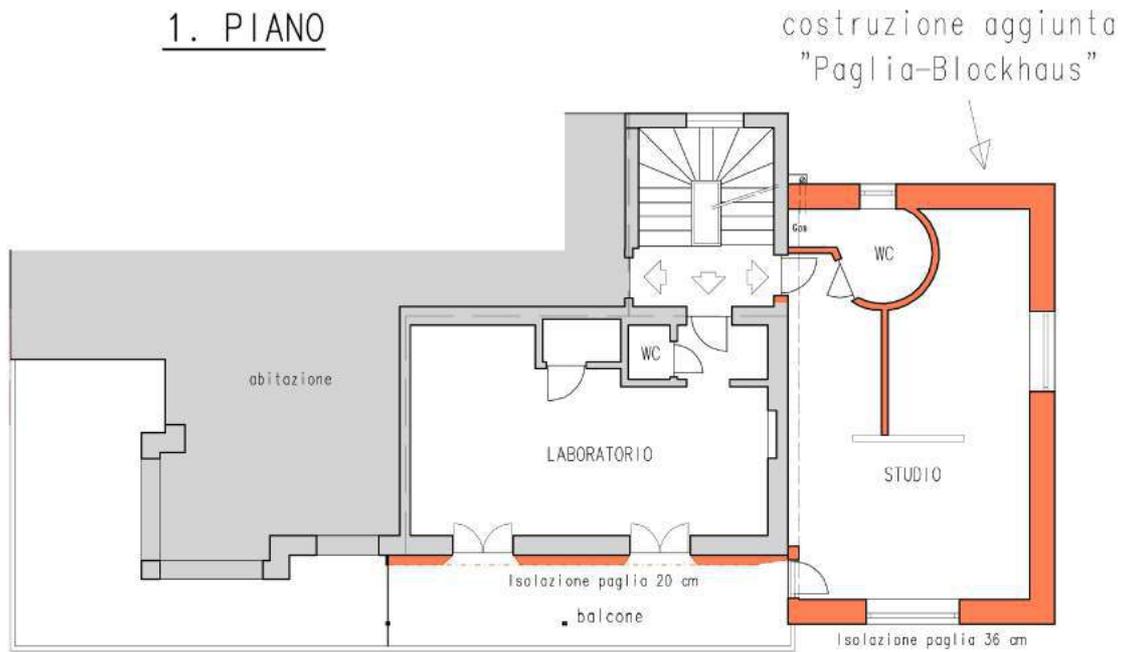
**INTERVENTI REALIZZATI DURANTE I LAVORI DI ISOLAMENTO**

coibentazione chiusura  
verticale esterna

**DOCUMENTAZIONE RICEVUTA**

- documentazione fotografica
- planimetrie
- prospetti
- termografie

1. PIANO



Legenda:

- struttura vecchia in laterizio
- Nuovo isol.paglia

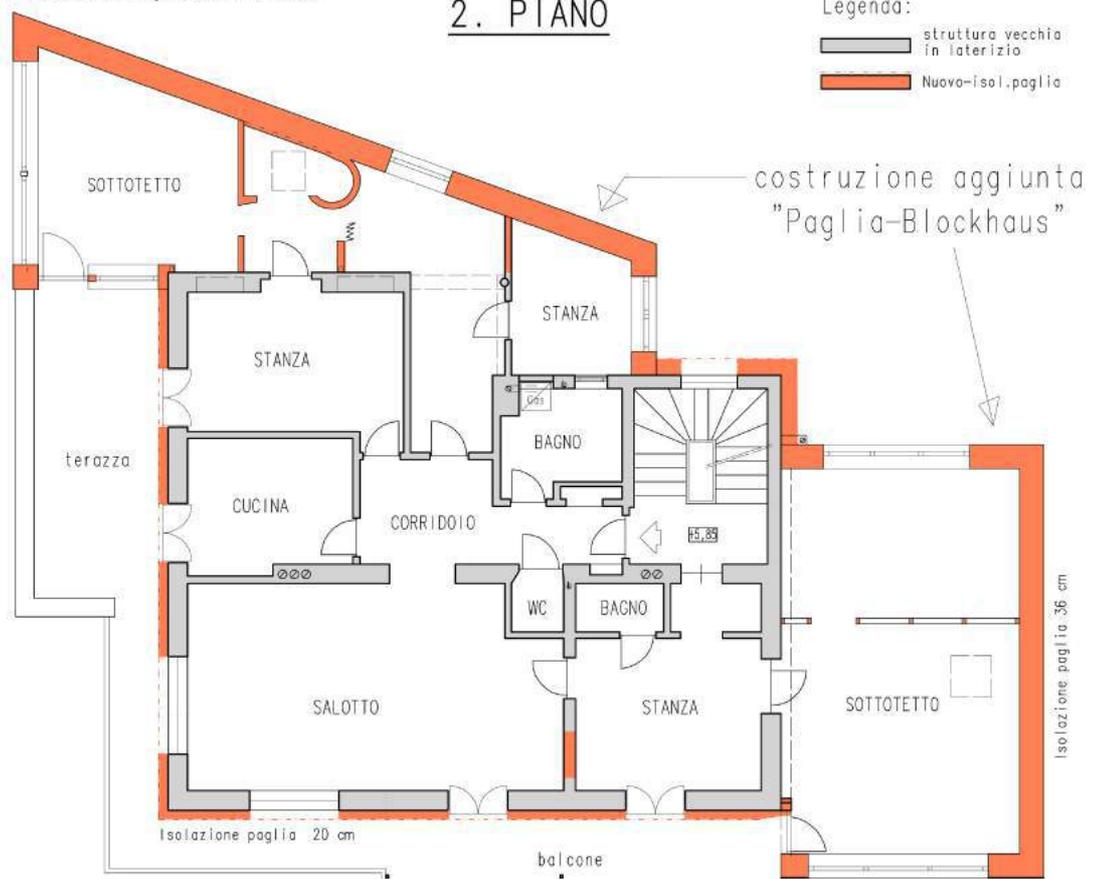
pianta piano terra (fuori scala)  
 fonte\_arch. Margareta Schwarz

parte di edificio isolata con paglia

nuova costruzione in paglia



2. PIANO



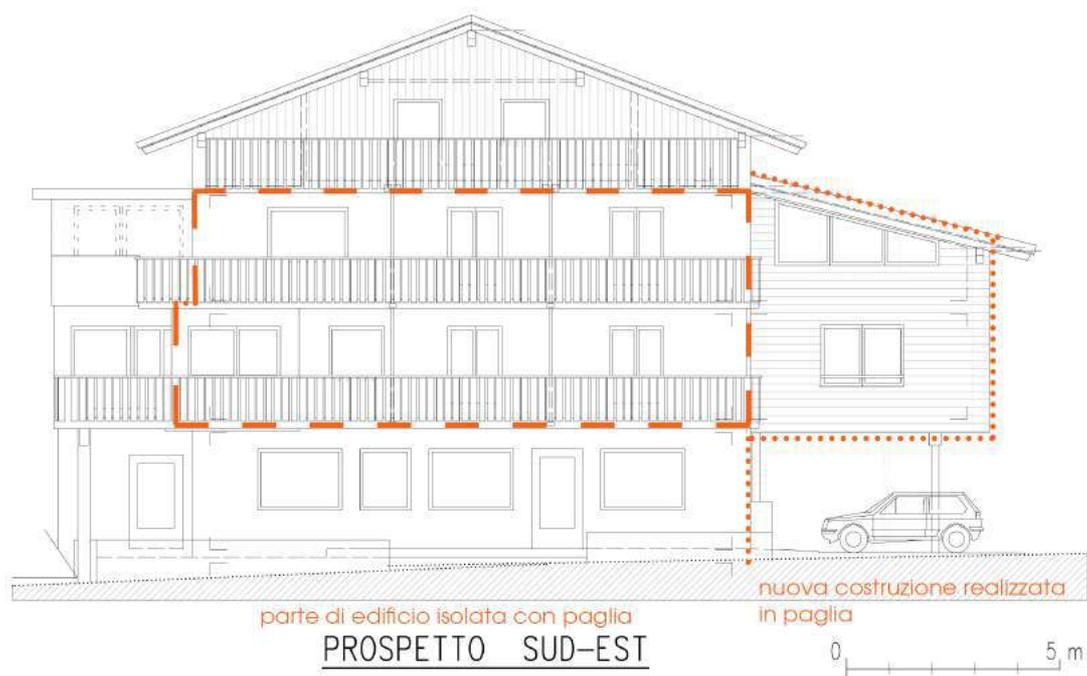
Legenda:

- struttura vecchia in laterizio
- Nuova-isol.paglia

pianta piano primo (fuori scala)  
 fonte\_arch. Margareta Schwarz

parte di edificio isolata con paglia

nuova costruzione in paglia



prospetto sud est (fuori scala)  
 fonte\_arch. Margareta Schwarz



prospetto nord est(fuori scala)  
 fonte\_arch. Margareta Schwarz



Thermogramm Nr.: AA022000 IRB  
 Temperaturen: 0,0 °C außen  
 Umgebungsbedingung: nachts, klarer Himmel, windstill  
 IR-Kamera: Thermografiekamera, Serien-Nr.: 00000  
 Aufnahmedatum: 20.2.2011 7:02:55  
 Messtemperatur: T1: 9,1 °C +/- 0,2 K  
 T2: 9,5 °C +/- 0,6 K  
 T3: 3,1 °C +/- 0,1 K  
 T4: 5,8 °C +/- 0,8 K



termografia edificio in fase di realizzazione dell'isolamento in paglia  
 fonte\_arch. Margareta Schwarz



termografia nuovo edificio realizzato in paglia  
 fonte\_arch. Margareta Schwarz



termografia effettuata durante i lavori di isolamento della parte superiore del prospetto principale: piano secondo isolato esternamente con paglia (presenza ponte termico nella parte superiore).

fonte\_arch. Margareta Schwarz



termografia effettuata durante i lavori di isolamento della parte superiore del prospetto principale: piano primo non ancora isolato esternamente con paglia.

fonte\_arch. Margareta Schwarz



termografia effettuata durante i lavori di isolamento del prospetto principale: piano primo non ancora isolato esternamente con paglia e nuovo edificio realizzato con paglia.

fonte\_arch. Margareta Schwarz

## analisi basamento di appoggio cappotto in paglia

elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
<b>1_sistema di basamento di appoggio del sistema isolante</b>		
1.1 basamento - partizione esterna orizzontale (balcone)	1.1 spessore balcone 15 cm	
<b>2_sistema di isolamento tra basamento e il sistema di isolamento</b>		
2.1 isolante - polistirene	2.1 lastra in polistirene	
<b>3_sistema di fissaggio del sistema isolante con il basamento</b>		
3.1 fissaggio del sistema isolante con il basamento - nessun fissaggio - in semplice appoggio	3.1 semplice appoggio	

analisi chiusura verticale piano primo		
elenco dei sistemi	caratteristiche	immagini
<b>1a_sistema di chiusura esistente</b>		
1a.1 chiusura verticale - intonaco interno - muratura in mattoni - intonaco esterno	1a.1 spessore totale 40 cm	
<b>2a_sistema di supporto e contenimento del sistema isolante</b>		
2a.1 struttura di supporto e contenimento del sistema isolante - telaio in legno	2a.1 dimensioni telaio 18 x 8 cm	
2a.2 elemento di supporto del supporto e contenimento del sistema isolante - profilati a L	2a.2 n.d.	
2a.3 elemento di ancoraggio del telaio in legno - tasselli	2a.3 n.d.	
<b>3a_sistema isolante</b>		
3a.1 isolante - balla di paglia	3a.1 spessore balla 18 cm con fibre parallele al filo della costruzione esistente   taglio balla a 18 cm	
<b>4a_sistema di ancoraggio del sistema isolante</b>		
4a.1 ancoraggio del sistema isolante - tassello	4a.1 tassello in plastica di 35 cm, ancorato alla chiusura verticale esistente e inserito centralmente alla balla di paglia	
<b>5a_sistema di supporto del rivestimento esterno</b>		
5a.1 supporto del rivestimento esterno - rete porta intonaco	5a.1 rete porta intonaco in fibra di vetro	

6a_sistema di ancoraggio del supporto del rivestimento esterno		
6a.1 ancoraggio del supporto del rivestimento esterno - tasselli per isolamento	6a.1 tasselli in plastica di forma rettangolare	
7a_sistema di rivestimento esterno		
7a.1 sistema di finitura - intonaco di calce	7a.1 spessore 2 cm	

analisi chiusura verticale piano secondo		
elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
<b>1b_sistema di chiusura esistente</b>		
1b.1 chiusura verticale - intonaco interno - muratura in mattoni - intonaco esterno	1b.1 spessore totale 40 cm	
<b>2b_sistema di supporto e contenimento del sistema isolante</b>		
2b.1 struttura di supporto e contenimento del sistema isolante - telaio in legno	2b.1 dimensioni telaio 18 x 8 cm	
2b.2 elemento di supporto del supporto e contenimento del sistema isolante - profilati a L	2b.2 n.d.	
2b.3 elemento di ancoraggio del telaio in legno - fasselli	2b.3 n.d.	
<b>3b_sistema isolante</b>		
3b.1 isolante - balla di paglia	3b.1 spessore balla 18 cm con fibre parallele al filo della costruzione esistente   taglio balla a 18 cm	
<b>4b_sistema di ancoraggio del sistema isolante</b>		
4b.1 ancoraggio del sistema isolante - nessun ancoraggio	4b.1 attrito tra le balle di paglia	

5b_sistema di rivestimento del sistema isolante		
5b.1 rivestimento del sistema isolante - intonaco di calce idrata	5b.1 spessore intonaco 2 cm	
5b.2 sistema di protezione antivento e antiumidità - membrana in polipropilene	5b.2 n.d.	
6b_sistema di rivestimento esterno		
6b.1 sistema di finitura - doghe in legno	6b.1 legno di abete spessore 2.5 cm	

#### analisi chiusura superiore

intervento di isolamento della chiusura superiore non realizzato.

**4.4.5 supporto delle balle di paglia con struttura inserita nella chiusura esistente**

SCHEMA EDIFICIO

Casa a Pont Saint Esprit (Francia)

#### 4.4.5.1 Casa a Point Saint Esprit (Francia)

##### DESCRIZIONE

Edificio residenziale situato in una zona suburbana. Il fabbricato esistente è stato oggetto di ristrutturazione da parte del proprietario per quanto riguarda la realizzazione dell'isolamento della chiusura verticale, l'isolamento del solaio della partizione orizzontale superiore con paglia e l'installazione della nuova grande finestra (22 mq di superficie realizzata per far circolare aria calda tra la finestra e la chiusura verticale esistente).

##### DATI COSTRUZIONE

localizzazione\_Pont Saint Esprit (Francia)  
 contesto\_suburbano  
 altitudine\_53 m  
 gradi\_giorno\_1747  
 data origine costruzione\_1960  
 tipo di edificio\_casa libera da 4 lati  
 destinazione d'uso\_residenziale  
 n° piani\_2

##### CARATTERISTICHE COSTRUZIONE

chiusura verticale\_chiusura in muratura in blocchi di calcestruzzo alleggerito  
 chiusura trasparente  
 telaio\_legno (serramenti esistenti), alluminio (nuovi serramenti)  
 vetro\_singolo (serramenti esistenti), doppio (nuovi serramenti)  
 sistema di oscuramento\_tende esterne, persiane

##### INTERVENTO DI ISOLAMENTO

data intervento di isolamento\_2009  
 progettista intervento di isolamento\_Emanuel Gandi  
 realizzazione\_autocostruzione  
 committente\_privato  
 isolamento chiusura superiore\_balle di paglia  
 isolamento chiusura verticale\_balle di paglia  
 isolamento basamento isolamento in paglia\_polistirene estruso (XPS)

##### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INTERVENTO



edificio esistente  
 fonte\_ <http://emmanuel30.skyrock.com/1.html>



edificio dopo intervento di isolamento  
 fonte\_ <http://emmanuel30.skyrock.com/1.html>

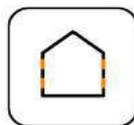
##### INTERVENTI REALIZZATI DURANTE I LAVORI DI ISOLAMENTO



coibentazione chiusura verticale esterna



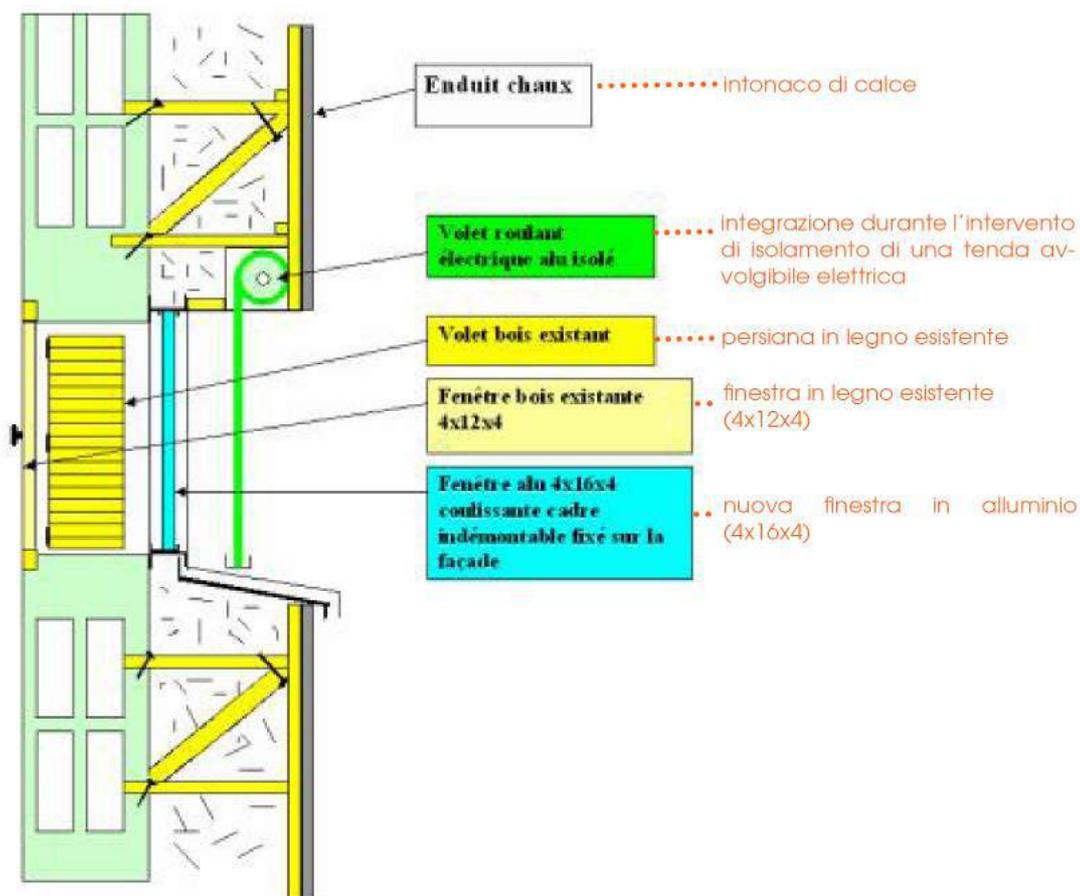
coibentazione chiusura superiore



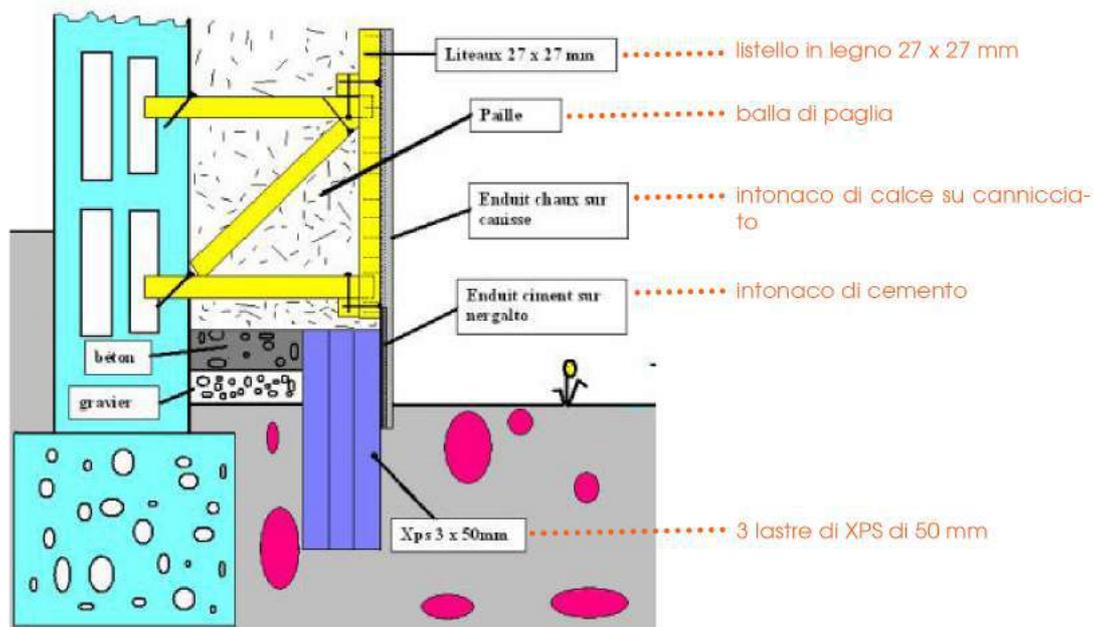
sostituzione infissi

##### DOCUMENTAZIONE RICEVUTA

- documentazione fotografica
- particolari di sezione verticale



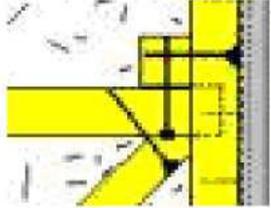
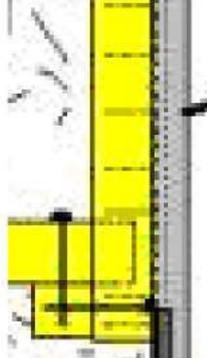
sezione verticale in corrispondenza di un'apertura (fuori scala)  
 fonte\_ <http://emmanuel30.skyrock.com/1.html>



sezione verticale in corrispondenza dell'attacco a terra (fuori scala)  
 fonte\_ <http://emmanuel30.skyrock.com/1.html>

analisi basamento di appoggio cappotto in paglia		
elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
1_sistema di basamento di appoggio del sistema isolante		
1.1 basamento - nessun basamento	1.1 n.d.  assenza basamento	
2_sistema di isolamento del basamento di appoggio del sistema isolante		
2.1 sistema di isolamento - lastra di polistirene estruso (XPS)	2.1 lastre di polistirene estruso da 50mm di lunghezza 60 cm, accoppiate ed inserite per 40 cm nel terreno. Riempimento dell'intercapedine tra chiusura e polistirene con sabbia e cemento.   resistenza isolamento a carichi e presenza di umidità di risalita	
3_sistema di isolamento tra basamento e il sistema di isolamento		
3.1 isolamento tra basamento e sistema di isolamento - nessun isolamento	3.1 n.d.	
3_sistema di fissaggio del sistema isolante con il basamento		
3.1 fissaggio del sistema isolante con il basamento - nessun fissaggio - in semplice appoggio	3.1 n.d.	

analisi chiusura verticale		
elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
<b>1_sistema di chiusura esistente</b>		
1.1 chiusura verticale - intonaco interno - muratura in blocchi di cemento alleggerito - intonaco esterno	1.1 spessore totale 35 cm	
<b>2_sistema di supporto e contenimento del sistema isolante</b>		
2.1 struttura di supporto e contenimento del sistema isolante - listelli in legno	2.1 dimensioni listello 2.7 x 2.7 x 50 cm	 
2.2 elemento di supporto del supporto e contenimento del sistema isolante - listelli in legno	2.2 dimensioni listello 2.7 x 2.7 x 50 cm	
2.3 elemento di ancoraggio dei listelli con chiusura esistente - tasselli	2.3 tassello M6	
<b>3_sistema isolante</b>		
3.1 isolante - balla di paglia	3.1 spessore balla 35 cm con fibre parallele al filo della costruzione esistente	
<b>4_sistema di ancoraggio del sistema isolante</b>		
4.1 ancoraggio del sistema isolante - listelli orizzontali	4.1 listelli 2.7 x 2.7 cm	

<p>4.2 fissaggio listelli orizzontali e listelli infissi nella chiusura verticale - viti</p>	<p>4.2 n.d.</p>	
5_sistema di supporto del supporto del rivestimento esterno		
<p>5.1 supporto del supporto del rivestimento esterno - listelli verticali</p> <p>5.2 fissaggio listelli orizzontali e supporto del rivestimento esterno - viti</p>	<p>5.1 dimensione 2.7 x 2.7 cm</p> <p>5.2 n.d.</p>	
6_sistema di supporto del rivestimento esterno		
<p>6.1a supporto del rivestimento esterno - stuoia porta intonaco</p> <p>6.2b supporto del rivestimento esterno - rete porta intonaco</p>	<p>6.1 stuoia incannicciata</p> <p>6.2 fibra di vetro</p> <p> presenza 2 reti porta intonaco</p>	 
7_sistema di ancoraggio del supporto del rivestimento esterno		
<p>7.1a ancoraggio del supporto del rivestimento esterno - viti</p> <p>7.2b ancoraggio del supporto del rivestimento esterno - graffette</p>	<p>7.1a viti M3</p> <p>7.2 n.d.</p>	

## 8\_sistema di rivestimento esterno

8.1 rivestimento esterno  
- intonaco di calce

8.1 una parte di calce idraulica e 3 parti di sabbia

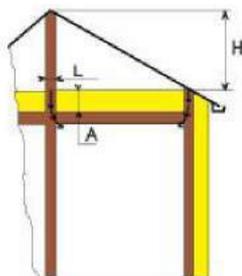


aderenza intonaco su  
2 reti porta intonaco

## analisi chiusura superiore

intervento di isolamento della chiusura superiore realizzato ma non sono presenti disegni e documentazione fotografica per comprendere l'intervento

- isolamento realizzato con balle di paglia disposte sulla partizione orizzontale superiore



ponte termico nella partizione orizzontale superiore

#### **4.4.6 inserimento delle balle di paglia fra pannelli**

SCHEDE EDIFICI

Casa a Nieuweschans (Olanda)

Casa a Bever (Svizzera)

## 4.4.6.1 Casa a Nieuweschans (Olanda)

## DESCRIZIONE

Edificio residenziale inserito in un contesto suburbano. Il fabbricato è stato oggetto di ristrutturazione interna effettuata in autocostruzione e ha riguardato la realizzazione dell'isolamento interno con balle di paglia e la nuova disposizione degli ambienti.

## DATI COSTRUZIONE

localizzazione\_Nieuweschans (Olanda)  
 contesto\_suburbano  
 altitudine\_- 4 m  
 gradi\_giorno\_3068  
 data\_origine\_costruzione\_n.d.  
 tipo\_di\_edificio\_casa libera da 4 lati  
 destinazione\_d'uso\_residenziale  
 n°piani\_2

## CARATTERISTICHE COSTRUZIONE

chiusura\_verticale\_chiusura in muratura  
 chiusura\_trasparente  
 telaio\_pvc  
 vetro\_doppio  
 sistema\_di\_oscuramento\_tende interne

## INTERVENTO DI ISOLAMENTO

data\_intervento\_di\_isolamento\_2006-2011  
 progettista\_intervento\_di\_isolamento\_ORIO Architecten  
 realizzazione\_autocostruzione  
 committente\_privato  
 isolamento\_chiusura\_superiore\_non realizzato  
 isolamento\_chiusura\_verticale\_balle di paglia  
 isolamento\_basamento\_isolamento in paglia\_non realizzato

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INTERVENTO



edificio esistente  
 fonte\_Strobouw Nederland

## INTERVENTI REALIZZATI DURANTE I LAVORI DI ISOLAMENTO



coibentazione chiusura  
 verticale interna

## DOCUMENTAZIONE RICEVUTA

- documentazione fotografica  
 - planimetria



analisi basamento di appoggio cappotto in paglia

nessun basamento realizzato per appoggiare il cappotto di paglia

analisi chiusura verticale

elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
<b>1_sistema di chiusura esistente</b>		
1.1 chiusura verticale - intonaco interno - muratura in mattoni - rivestimento in mattoni	1.1 spessore totale 22 cm	
<b>2_sistema di ventilazione tra chiusura verticale esistente e sistema isolante</b>		
2.1 sistema di ventilazione - intercapedine	2.1 profondità intercapedine 10 cm	
<b>3_sistema di supporto e contenimento del sistema isolante</b>		
3.1 struttura di supporto e contenimento del sistema isolante - pannello in legno  3.2 elemento di supporto del supporto e contenimento del sistema isolante - profilati a L  3.3 elemento di ancoraggio pannelli con chiusura esistente - tasselli	3.1 n.d.  3.2 n.d.  3.3 n.d.	

4_sistema isolante		
<p>4.1 isolante - balla di paglia</p>	<p>4.1 spessore balla 36 cm con fibre parallele al filo della costruzione esistente</p>	
5_sistema di ancoraggio del sistema isolante		
<p>5.1 ancoraggio del sistema isolante - listelli orizzontali</p> <p>5.2 fissaggio dell'ancoraggio del sistema isolante - vite</p> <p>5.3 fissaggio del sistema isolante con il listello orizzontale di legno - filo di polipropilene</p>	<p>5.1 listelli in legno fissati alla struttura in legno di contenimento</p> <p>5.2 n.d.</p> <p>5.3 n.d.</p>	
6_sistema di supporto del rivestimento interno		
<p>6.1 supporto strato di rivestimento interno imbottiti interne del vano finestra - stuoia porta intonaco</p> <p>6.2 supporto stato di rivestimento interno - nessun supporto</p>	<p>6.1 stuoia incannicciata</p> <p>6.2 intonaco posato direttamente sulla balla di paglia</p>	

7_sistema di ancoraggio del supporto del rivestimento interno		
7.1 ancoraggio del supporto del rivestimento interno - tasselli	7.1 n.d.	
8_sistema di rivestimento interno		
8.1 rivestimento interno - intonaco di argilla	8.1 spessore 5 cm	

#### analisi chiusura superiore

intervento di isolamento della chiusura superiore non realizzato

## 4.4.6.2 Casa a Bever (Svizzera)

**DESCRIZIONE**

Edificio residenziale tutelato dalla Soprintendenza situato in area suburbana in cui è stato proposto di effettuare un isolamento dall'interno con paglia. L'intervento non è mai stato realizzato.

**DATI COSTRUZIONE**

localizzazione\_Bever (Svizzera)  
 contesto\_suburbano  
 altitudine\_1709 m  
 gradi\_giorno\_5013  
 data\_origine\_costruzione\_n.d.  
 tipo\_di\_edificio\_casa libera da 4 lati  
 destinazione\_d'uso\_residenziale  
 n°piani\_4

**CARATTERISTICHE COSTRUZIONE**

chiusura\_verticale\_chiusura in muratura  
 chiusura\_trasparente  
 telaio\_legno  
 vetro\_triplo  
 sistema\_di\_oscuramento\_n.d.

**INTERVENTO DI ISOLAMENTO**

data\_intervento\_di\_isolamento\_non realizzato (progetto 2006)  
 progettista\_intervento\_di\_isolamento\_arch. Werner Schmidt  
 realizzazione\_n.d.  
 committente\_privato  
 isolamento\_chiusura\_superiore\_balle di paglia  
 isolamento\_chiusura\_verticale\_balle di paglia  
 isolamento\_basamento isolamento in paglia\_non realizzato

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INTERVENTO**

edificio esistente  
 fonte\_Atelier Werner Schmidt



modello dell'edificio oggetto di intervento  
 fonte\_Bertorello A.R., 16 marzo 2012

**INTERVENTI REALIZZATI DURANTE I LAVORI DI ISOLAMENTO**

coibentazione chiusura  
 verticale interna



coibentazione chiusura  
 superiore

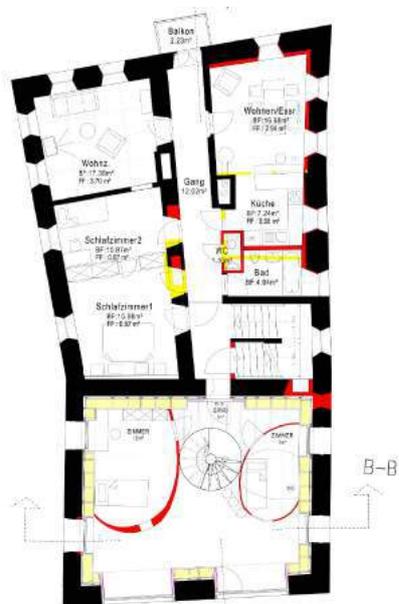


sostituzione infissi

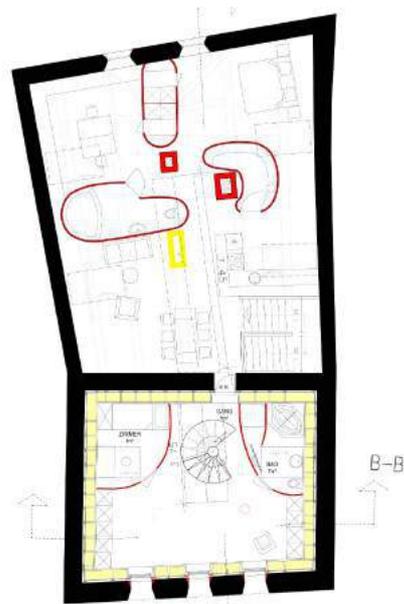
**DOCUMENTAZIONE RICEVUTA**

- documentazione fotografica
- planimetrie
- sezioni

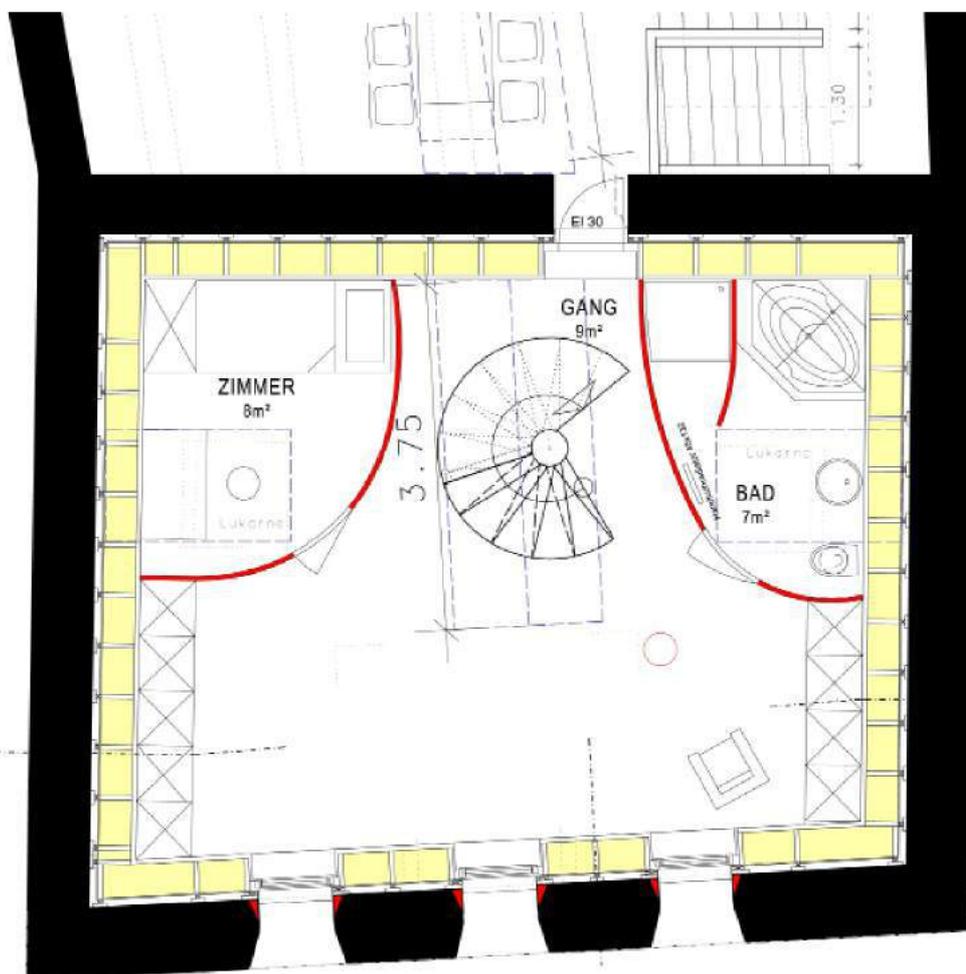




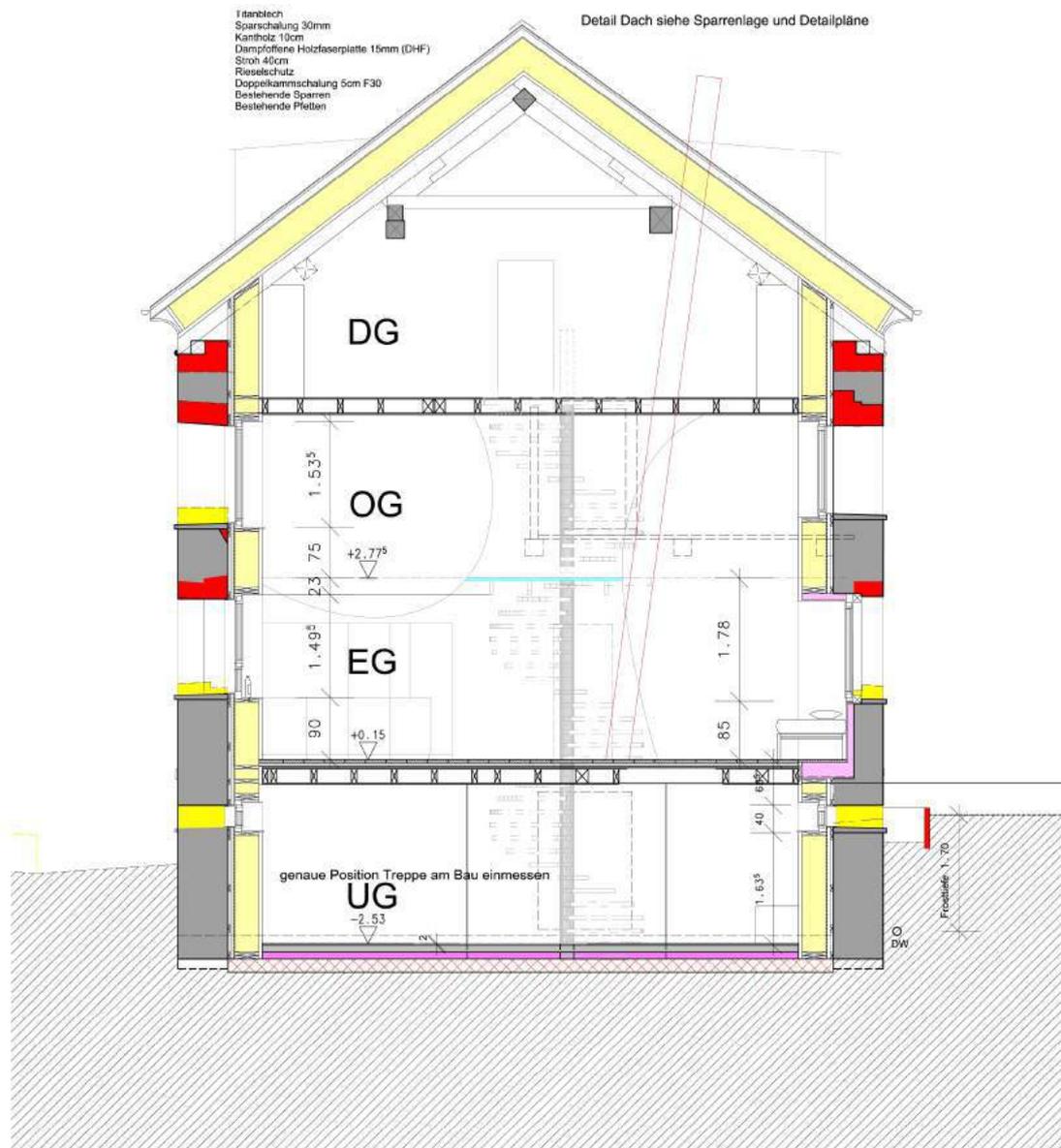
pianta piano primo (fuori scala)  
 fonte\_ Atelier Werner Schmidt



pianta piano secondo (fuori scala)  
 fonte\_ Atelier Werner Schmidt



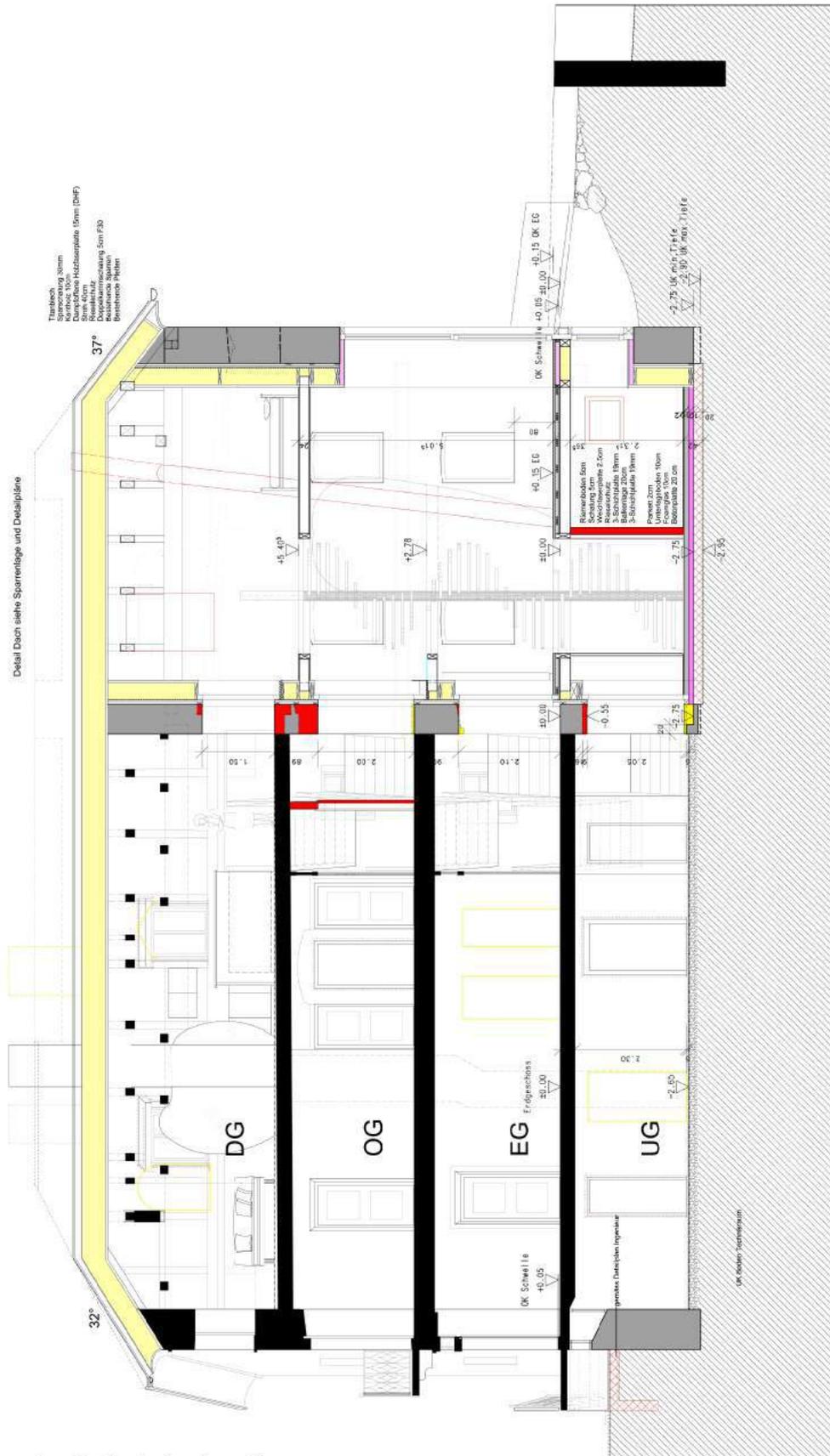
ingrandimento parte isolata della pianta piano secondo (fuori scala)  
 fonte\_ Atelier Werner Schmidt



sezione trasversale (fuori scala)  
 fonte\_ Atelier Werner Schmidt



schizzo sistemazione esterna  
 fonte\_ Atelier Werner Schmidt

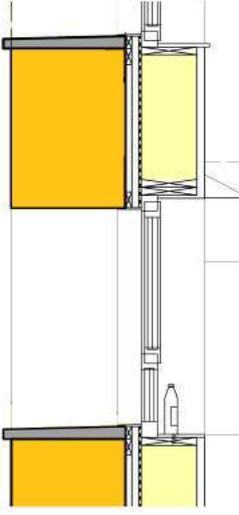
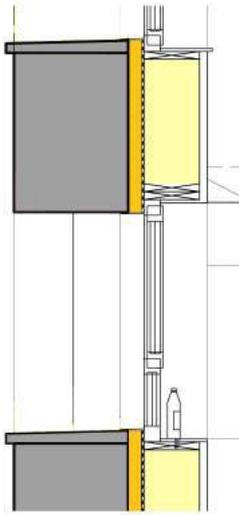
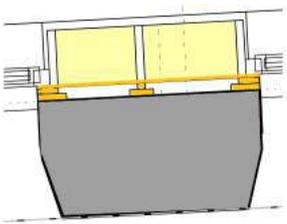


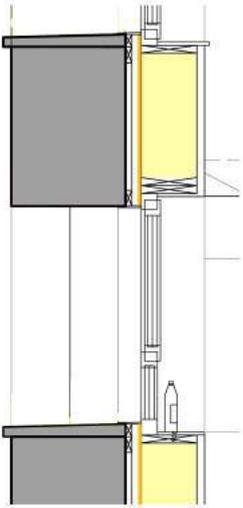
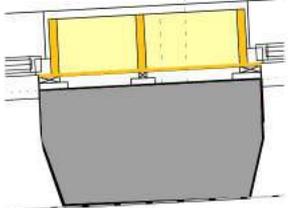
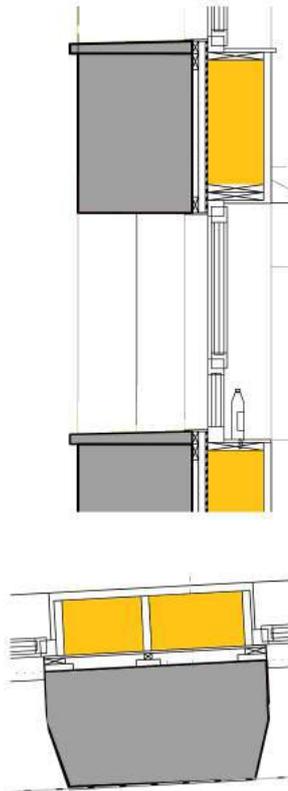
sezione longitudinale (fuori scala)  
 fonte\_Atelier Werner Schmidt

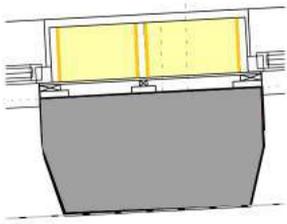
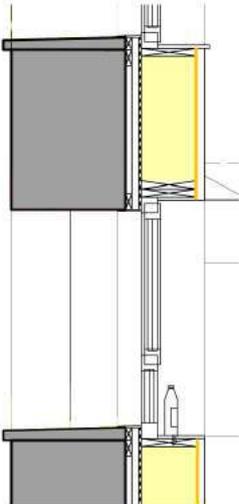
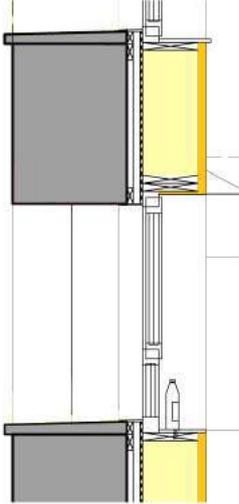
analisi basamento di appoggio cappotto in paglia

nessun basamento realizzato per appoggiare il cappotto di paglia

analisi chiusura verticale

elenco dei sistemi	caratteristiche	immagine
<b>1_sistema di chiusura esistente</b>		
1.1 chiusura verticale - intonaco interno - muratura in mattoni - intonaco esterno	1.1 spessore totale 65 cm circa	
<b>2_sistema di ventilazione tra chiusura verticale esistente e sistema isolante</b>		
2.1 sistema di ventilazione - intercapedine	2.1 profondità intercapedine 10 cm	
<b>3_sistema di supporto e contenimento del sistema isolante</b>		
3.1 struttura di supporto e contenimento del sistema isolante - pannello in legno	3.1 n.d.	

<p>3.2 elemento di supporto del supporto e contenimento del sistema isolante - profilati a L</p> <p>3.3 elemento di ancoraggio pannelli con chiusura esistente - tasselli</p>	<p>3.2 n.d.</p> <p>3.3 n.d.</p>	
4_sistema di supporto e contenimento dello strato isolante		
<p>4.1 supporto e contenimento dello strato isolante - pannello in legno</p>	<p>4.1 pannello verticale di legno collocato perpendicolarmente alla chiusura esistente</p>	
5_sistema isolante		
<p>5.1 isolante - balla di paglia</p>	<p>5.1 spessore balla 35 cm con fibre parallele al filo della costruzione esistente</p> <p> spessore chiusura totale con isolamento, ingresso di luce all'interno dei locali</p>	

6_sistema di ancoraggio del sistema isolante		
<p>6.1 ancoraggio del sistema isolante</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nessun ancoraggio</li> </ul>	<p>6.1 attrito tra le balle di paglia e il pannello verticale.</p>	
7_sistema di supporto e ancoraggio del rivestimento interno		
<p>7.1 supporto stato di rivestimento interno</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rete porta intonaco</li> </ul> <p>7.2 ancoraggio rete porta intonaco</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tasselli</li> </ul>	<p>7.1 rete metallica a maglia esagonale</p> <p>7.2 n.d.</p>	
8_sistema di rivestimento interno		
<p>8.1 rivestimento interno</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- intonaco di calce</li> </ul>	<p>8.1 spessore 5 cm</p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #e67e22; margin-right: 5px;"></span> spessore intonaco         </p>	

#### analisi chiusura superiore

intervento di isolamento della chiusura superiore progettato in paglia (40 cm). Non si hanno altre informazioni sulla sua possibile realizzazione, sulla possibile sostituzione della struttura portante lignea della copertura e sulla eventuale sostituzione del manto di copertura.

#### **4.4.7** tabelle riassuntive

n° casi studio	Città del caso studio	stato	Città di riferimento	altitudine costruzione (m)	gg	Città dati meteo	T min annule (°C)	T max annule (°C)	T min registrata (°C)	T max registrata (°C)	giorni pioggia	giorni neve	giorni vento	giorni nebbia
1	Alburbesque	New Mexico	n.d.	n.d.	n.d.	Alburbesque	7.9°	23.6°	-10.6°	38.3°	51	8	29	1
2	Baviera	Germania	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
3	Bever	Svizzera	Bever	1709	5013	Samedam-Flugplatz	-4.2°	9.2°	-35.1°	27.8°	67	57	7	14
4	Brazec	Repubblica Ceca	Brazec	694	4074	Karlovy Vary	2.2°	12°	-22.6°	35.8°	201	67	23	84
5	Brestovec	Slovacchia	Brestovec	396	3372	Plestanty	5.1°	15.9°	-16.6°	36.2°	149	38	12	49
6	Bridport	Inghilterra	Bridport	13	2572	Exeter	5.6°	14.7°	-8.8°	27.1°	232	2	4	40
7	Burle Village	Inghilterra	Bristol	184	2695	Bristol-Luisgate	6.4°	12.4°	-7°	27	234	12	11	108
8	Cinzano	Italia	Cinzano	486	2271	Torino-Bric della Croce	9.3°	15.7°	-9°	32°	89	16	29	102
9	Egg	Austria	Egg	590	3268	Bregenz	6.4°	14.8°	-16.1°	32.1°	176	28	6	10
10	Laval	Francia	Laval	47	2229	Laval	7.2°	15.7°	-11°	33.2°	168	4	9	65
11	Neulengbach	Austria	Neulengbach	223	3080	Tulln	6°	15.8°	-19.8°	37.4°	165	31	29	39
12	Nieuweschans	Olanda	Nieuweschans	-4	3068	Groningen Airport Eelde	5.2°	13.5°	-19.3°	33.6°	261	24	15	80
13	Nyiregyhaza	Ungheria	Nyiregyhaza	110	3064	Debrecen	6°	16.9°	-17°	37.5°	98	26	22	27
14	Pont Saint Esprit	Francia	Pont Saint Esprit	53	1747	Avignone	8.9°	20.7°	-10.3°	38°	87	1	11	37
15	San Martino in Passiria	Italia	San Martino in Passiria	594	3118	Bolzano	6.9°	19.9°	-10°	39.9°	104	8	31	12
16	Sumvitg	Svizzera	Sumvitg	1020	3718	Disentis	3.1°	11.4°	-21.4°	29.9°	128	69	10	10

gg. altitudine (provenienti da PVGIS <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>)  
dati meteo ([www.tutiempo.net/clima/europa](http://www.tutiempo.net/clima/europa))



n° casi studio	città del caso studio		trattamento balle di paglia			finitura superficiale delle balle di paglia			rete intonaco			sostituzione infissi			isolamento chiusura superiore			
			fissaggio alla struttura	struttura lignea	telaio	intonaco si calce	intonaco di terra	rivestimento a pannelli	dato non disponibile	si	no	dato non disponibile	si	no	dato non disponibile	si	no	
1	Alburbesque		○			○												○
2	Baviera			○		○												○
3	Bever			○		○												○
4	Brazec						○											○
5	Brestovec			○		○												○
6	Bridport			○		○												○
7	Burtle Village			○		○		○										○
8	Cinzano			○		○												○
9	Egg							○										○
10	Laval			○		○												○
11	Neulengbach			○		○												○
12	Nieuweschans			○		○												○
13	Nyiregyhaza			○		○												○
14	Pont Saint Esprit			○		○												○
15	San Martino in Passiria				○													○
16	Sumvitg			○														○

## 4.5 Considerazioni tecnologiche dell'isolamento in paglia

Una prima analisi dei casi studio ha evidenziato che questo tipo di isolamento riguarda contesti molto specifici e particolari specialmente singoli edifici spesso situati in aree rurali o semiurbane con disponibilità di paglia e spesso costruiti in autocostruzione.

Di seguito vengono riportate alcune considerazioni derivate dall'analisi degli esempi riportati in precedenza.

### 4.5.1 La forma dell'edificio

Esaminando gli edifici nello specifico ci si accorge che hanno tutti una forma molto semplice e una pianta tendenzialmente rettangolare o quadrata con qualche sporto, sempre di forma rettangolare. Queste forme permettono, grazie alla loro semplicità e regolarità, un facile impiego della modularità delle balle di paglia.

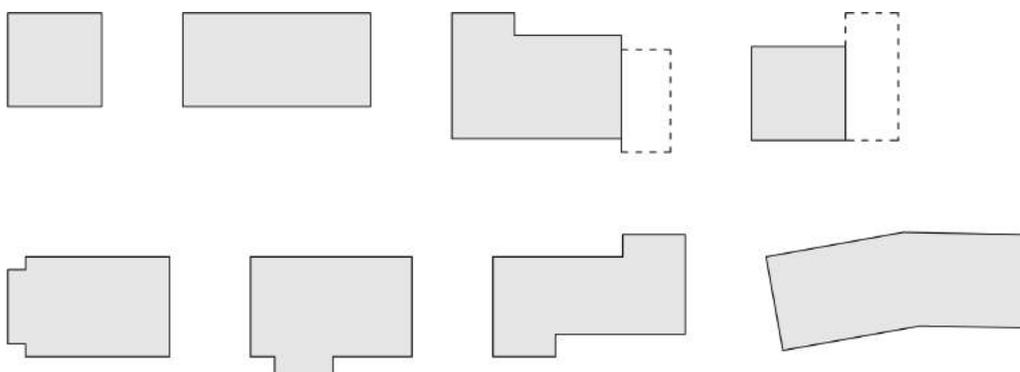


Figura 4.1: schematizzazione delle varie forme degli edifici riscontrate nei casi studio di riferimento (A.R. Bertorello, 2013)

La forma dell'edificio e il contesto in cui è inserito possono rappresentare un limite per non permettere l'impiego di questo isolamento. Ad esempio, se un edificio singolo è a ridosso di un muro di recinzione di separazione tra due proprietà o è un edificio bifamiliare, non è possibile realizzare un cappotto esterno per tutti e quattro i lati.

### 4.5.2 Lo spessore di isolamento

Nei casi analizzati, lo spessore dell'isolamento varia tra 35 e 50 cm ma è stato riscontrato anche un progetto in cui lo spessore era di 18 cm (mezza balla). Queste dimensioni rappresentano un forte svantaggio per l'isolamento dall'interno perché tale spessore diminuisce lo spazio abitabile. Per quanto riguarda l'isolamento dall'esterno questo spessore non rappresenta un problema in contesti con disponibilità di spazio esterno o in singoli edifici, ma risulta di difficile applicazione in contesti urbani. La disposizione e orientamento delle balle di paglia, oltre che a cambiare lo spessore dell'isolamento, influiscono anche sulla conducibilità termica data dalla differente disposizione delle fibre.

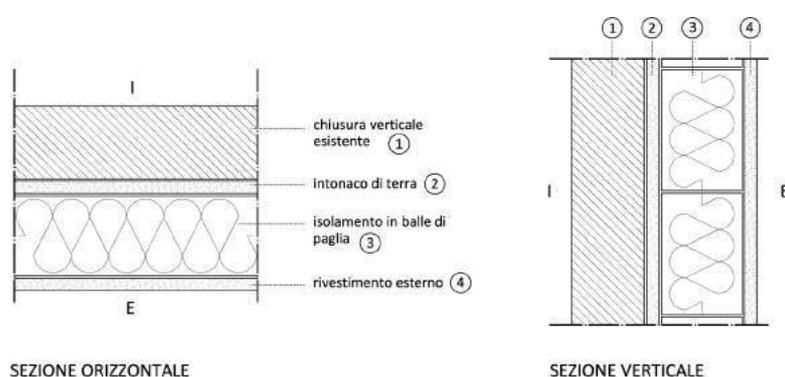
In alcuni casi, è stato riscontrato che lo spessore dell'isolamento ha richiesto un'estensione del tetto per coprire e proteggere l'intervento.

Questo tipo di isolamento, per il suo spessore, modifica l'aspetto dell'edificio esistente.

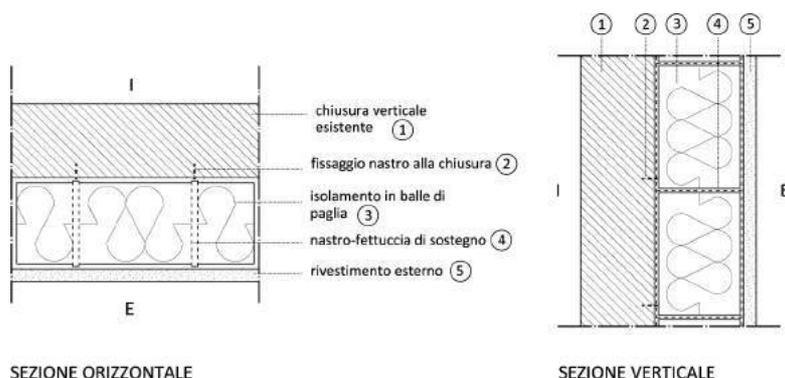
### 4.5.3 I metodi di installazione

I casi studio sono stati analizzati per delineare e comprendere gli elementi e i differenti metodi di installazione. Per ogni sistema, è stata realizzata una scomposizione in parti per comprendere ogni fase costruttiva durante i lavori<sup>7</sup>. Questo tipo di isolamento in tutti i casi analizzati è stato effettuato soprattutto sulla chiusura verticale e come da suddivisione dei casi presentati precedentemente sono stati riscontrati sei differenti modi per realizzare un isolamento esterno:

1. *incollaggio delle balle di paglia alla costruzione*: le balle di paglia sono state preventivamente immerse da un lato in una miscela di argilla prima dell'installazione. In questo caso, le balle di paglia sono sovrapposte e fissate alla chiusura esistente attraverso la miscela di argilla che lavora come collante con la muratura esistente.

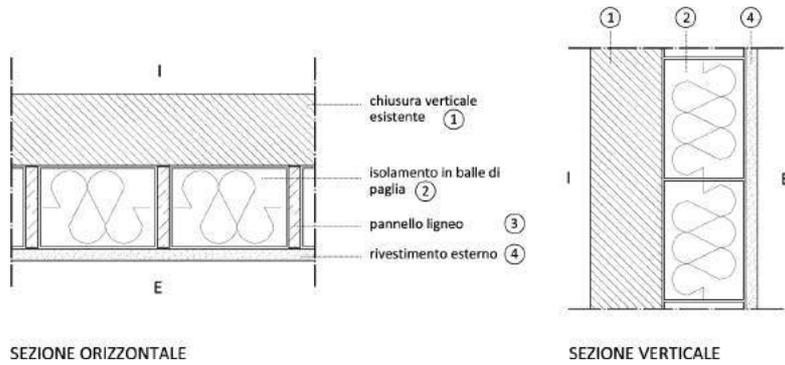


2. *fissaggio delle balle di paglia con corde o nastri alla chiusura esistente*: le balle di paglia sono sovrapposte e collegate alla chiusura esistente attraverso corde o fettucce in polipropilene. Questa legatura permette il fissaggio della paglia con la chiusura esistente creando una buona coesione e stabilità delle balle di paglia.

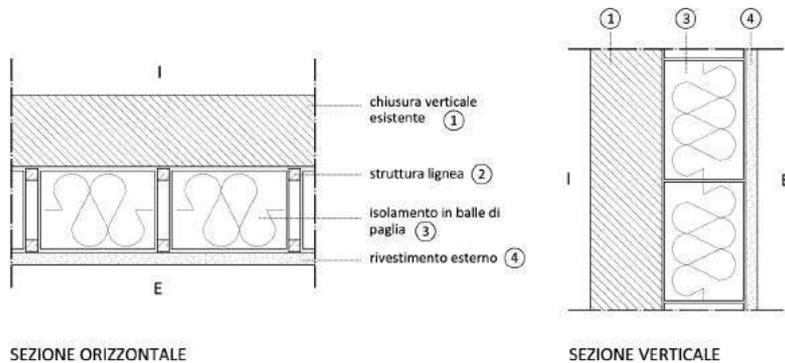


3. *inserimento delle balle di paglia fra pannelli*: le balle di paglia sono posizionate tra i pannelli verticali che sono fissati alla chiusura esistente con profili ad L. Le balle non sono collegate ai pannelli e alla chiusura esistente ma lavorano per attrito con i pannelli di legno e non richiedono alcuna connessione.

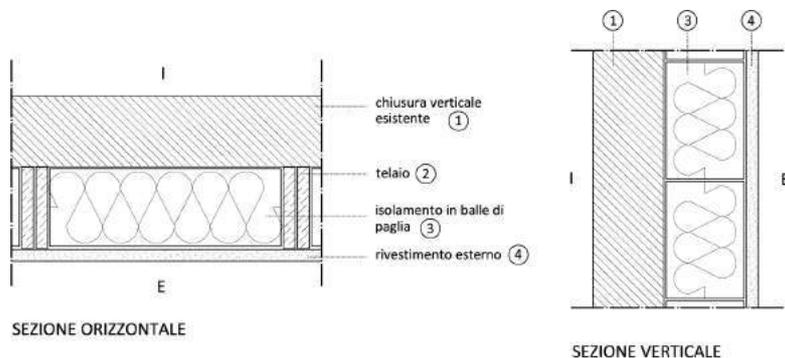
<sup>7</sup>Questi esiti sono stati presentati alla conferenza *14th International Conference on Non-conventional Materials and Technologies (NOCMAT 2013)* svoltasi a Joao Pessoa (Brasile) (Bertorello, 2013)



4. *inserimento delle balle di paglia in una struttura in legno*: una struttura in legno è fissata alla chiusura esistente, alla copertura e si appoggia sul basamento dove viene posizionato il sistema di isolamento. Questo richiede molto più tempo per la sua realizzazione rispetto al pannello di legno, ma possiede un vantaggio perché riduce l'impiego di legno e la struttura risulta più leggera.

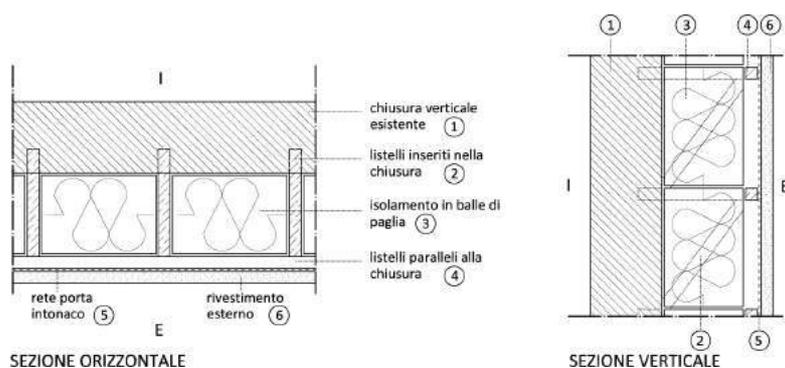


5. *inserimento delle balle di paglia in un telaio prefabbricato*: le balle di paglia sono collocate all'interno di un telaio di legno e lavorano con la struttura lignea a frizione (questo sistema è comparabile al sistema Mod-Cell). Rispetto ai precedenti, il sistema si è evoluto perché viene realizzato attraverso una prefabbricazione e posizionamento in opera con la paglia inserita nel pannello. Per utilizzare questo sistema applicato agli edifici esistenti è molto importante fare un rilievo della muratura per progettare i telai che verranno collocati in cantiere e successivamente intonacati.



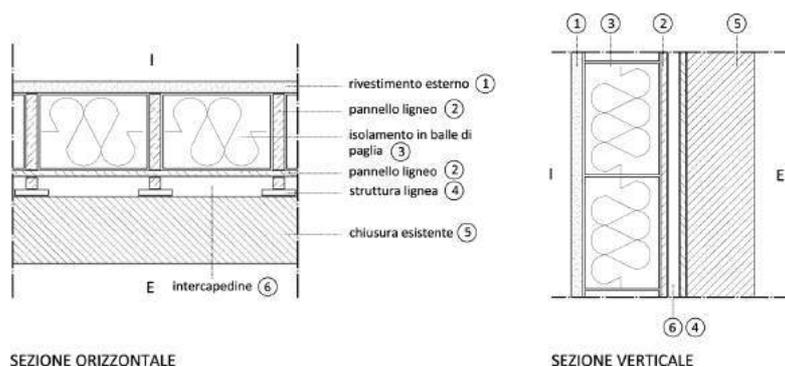
6. *supporto delle balle di paglia da una struttura inserita nella chiusura esistente*: la costruzione del supporto delle balle di paglia è molto complesso

perché le balle sono sostenute da una struttura lignea inserita nella chiusura esistente. Gli elementi lignei sono collocati perpendicolarmente al muro e sostengono, oltre alla paglia, un elemento di legno, disposto parallelamente alla chiusura esistente, che sostiene la rete porta intonaco per i successivi lavori di intonacatura.



Per quanto riguarda l'isolamento interno, è stato riscontrato lo stesso modo di realizzazione dell'intervento del punto 3. Però, l'isolamento interno richiede uno spazio di ventilazione di almeno 10 cm<sup>8</sup> tra la chiusura esistente e la paglia affinché il vapore d'acqua degli ambienti interni all'abitazione fuoriesca e non danneggi la paglia.

1. *inserimento delle balle di paglia fra pannelli*: questo tipo di isolamento può essere comparato all'inserimento delle balle di paglia in una struttura in legno presente nell'isolamento esterno



Rispetto a isolanti tradizionali, la paglia richiede più tempo per la messa in opera dovuta alla quantità di lavoro richiesto (es. regolarizzazione delle balle di paglia, taglio delle balle, fissaggio della struttura di sostegno della paglia, ...).

#### 4.5.4 fissaggio delle balle di paglia

Le balle di paglia non devono muoversi perché altrimenti provocherebbero una perdita di aderenza con la chiusura esistente (spanciamento) e una perdita di prestazioni del sistema di isolamento. Sono stati riscontrati quattro modi differenti per trattenere le balle: fissaggio alla muratura attraverso nastri, forza

<sup>8</sup>Informazione avuta durante un colloquio con l'arch. Werner Schmidt presso il suo studio a Trun (16 marzo 2012) in cui riferisce di aver fatto calcorare la grandezza dello spazio di ventilazione da dei tecnici

di attrito (può avvenire tra balle di paglia o tra balla e strutture di legno), telaio di contenimento e trattenimento attraverso una struttura in legno.

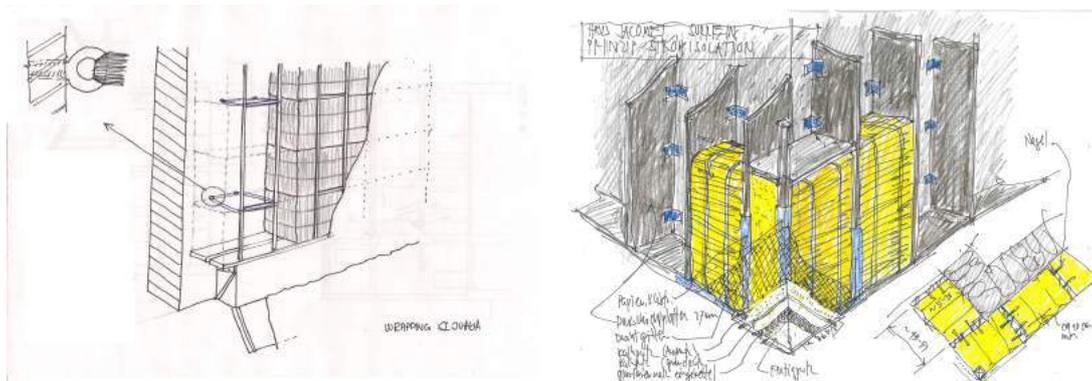


Figura 4.2: A sinistra: trattenimento alla muratura con legatura (fonte B. Hoechel), a destra: attrito tra balle di paglia e struttura di contenimento (fonte Atelier Werner Schmidt)



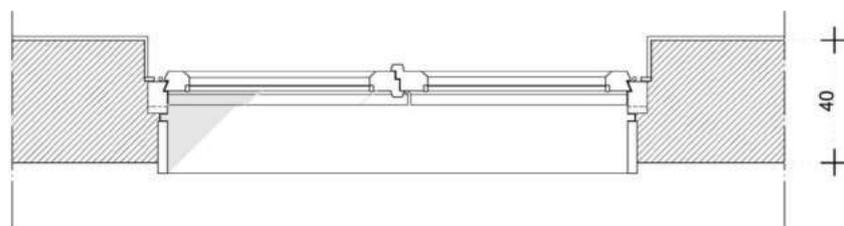
Figura 4.3: A sinistra: trattenimento della paglia da una struttura lignea (fonte Baubiologie), a destra: contenimento della paglia all'interno di un telaio (fonte arch. Margareta Schwartz)

#### 4.5.5 luce naturale

Per quanto riguarda l'entrata di luce naturale all'interno degli ambienti interni, lo spessore della paglia ne riduce l'ingresso. Per comprendere quanto influisce sulla disponibilità di luce degli ambienti è stato calcolato il fattore di luce medio diurno (FLMD) applicato a una stanza della propria abitazione con le seguenti caratteristiche: dimensioni ambiente (4.00 x 4.50 x 3.00 m con superfici di colore chiaro); porta finestra (1.50 x 2.50 m con vetro singolo e telaio in legno); non sono presenti ostruzioni esterne che potrebbero diminuire l'ingresso della luce.

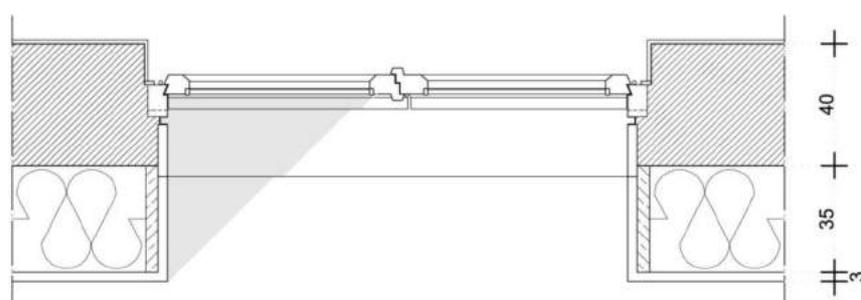
Durante il calcolo sono stati presi in considerazione tre casi per effettuare una comparazione e comprendere l'incidenza dell'isolamento sull'ingresso della luce: caso a (senza isolamento), caso b (con isolamento in paglia (40 cm)) e caso c (con isolamento tradizionale (12 cm)). I risultati ottenuti sono stati i seguenti:

caso a senza isolamento (FLD pari a 6.90%)



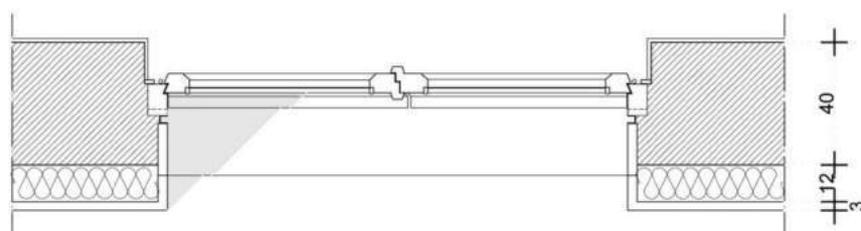
PIANTA SOLUZIONE A

caso b isolamento in paglia (40 cm) (FLD pari a 5.40%)



PIANTA SOLUZIONE B

caso c isolamento tradizionale (12 cm) (FLD pari a 6.40%)



PIANTA SOLUZIONE C

Come si evince dai risultati, l'isolamento in paglia ha un'incidenza maggiore sull'ingresso della luce all'interno dei locali rispetto a un isolamento tradizionale che risulta poco impattante in riferimento alla chiusura esistente. L'aggiunta di 35 cm di spessore alla chiusura esistente ha evidenziato una riduzione della luminosità delle stanze del 20% mentre se si utilizzasse un altro isolamento, considerato in 12 cm circa, la riduzione sarebbe del 7%.

#### 4.5.6 infissi esistenti

In tutti i casi analizzati gli infissi esistenti sono stati sostituiti con infissi più performanti. Si è riscontrato che i nuovi serramenti hanno vetri tripli rispetto ai vetri singoli preesistenti e i telai con cui sono stati costruiti sono in legno e in pvc. In alcuni edifici il serramento è stato collocato nella stessa posizione dell'infisso esistente, in altri è stato installato sull'isolamento in paglia e più vicino al

filo esterno della costruzione. In quest'ultimo caso, si viene a recuperare dello spazio all'interno del locale.

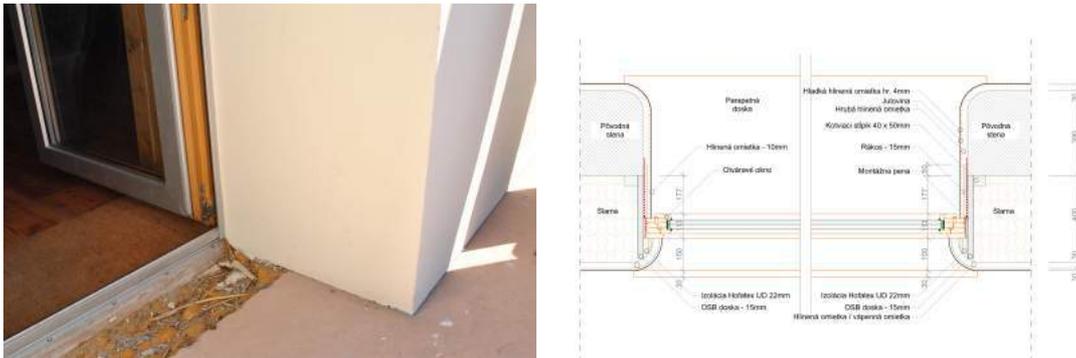


Figura 4.4: A sinistra: nuovo serramento collocato nella sede di quello esistente (A.R. Bertorello, 17 marzo 2012), a destra: collocazione nuovo infisso in corrispondenza dell'isolamento in paglia (fonte B. Hoechel)

#### 4.5.7 finitura esterna

Dall'analisi delle varie soluzioni impiegate per la finitura esterna o interna del sistema di isolamento sono state identificate tre differenti soluzioni: intonaco di calce (applicato sia su isolamento interno che esterno), intonaco di terra (isolamento interno) e un rivestimento a pannelli (isolamento interno ed esterno). Per l'applicazione dell'intonaco, è stato riscontrato che in molti progetti l'intonaco è stato applicato direttamente sulle balle di paglia senza l'ausilio di reti. In altri casi, una rete porta intonaco realizzata in vari materiali (metallo, fibra di vetro o vegetale) è stata fissata alla paglia con tasselli per isolanti o graffette.

In un caso, è stato utilizzato un intonaco dichiarato a base di cemento che a causa della bassa permeabilità al vapore può portare ad effetti di condensazione tra l'intonaco e le balle di paglia portando così una formazione di umidità.



Figura 4.5: A sinistra: intonaco su rete (fonte arch. Margareta Schwarz), a destra: intonaco direttamente su paglia (fonte Burtle Village)

#### 4.5.8 schermature solari

Analizzando i casi studio l'oscuramento dei locali interni non è mai totale. In alcuni casi viene demandato da una tenda interna, in altri è assente. Solo in un caso (in Francia) si è riscontrato l'inserimento di una tenda oscurante (individuata nella sezione verticale) all'esterno. Durante il progetto dell'intervento di isolamento non viene mai tenuto in considerazione anche date le grandi dimensioni dell'isolante che potrebbero aiutare ad inserirlo. Questo può essere dovuto a diversi fattori:

- gli interventi sono realizzati in luoghi in cui non vengono usate, per tradizione o per condizioni climatiche, protezioni da irraggiamento esterno
- vengono usate prevalentemente tende interne per l'oscuramento e il controllo della luce
- mancanza di progetto e integrazione del sistema di oscuramento all'interno del cappotto (es. vano per tenda, persiana, avvolgibile, ...).

Se si dovesse realizzare un intervento di isolamento su un edificio esistente in Italia data la consuetudine all'uso di schermi solari alle nostre latitudini si dovrebbe pensare di integrarli o sostituirli durante l'intervento (indipendentemente dal tipo di isolante che viene utilizzato).

Di seguito vengono riportate alcune soluzioni di studio in cui le protezioni da irraggiamento sono state ipotizzate durante l'isolamento in paglia.

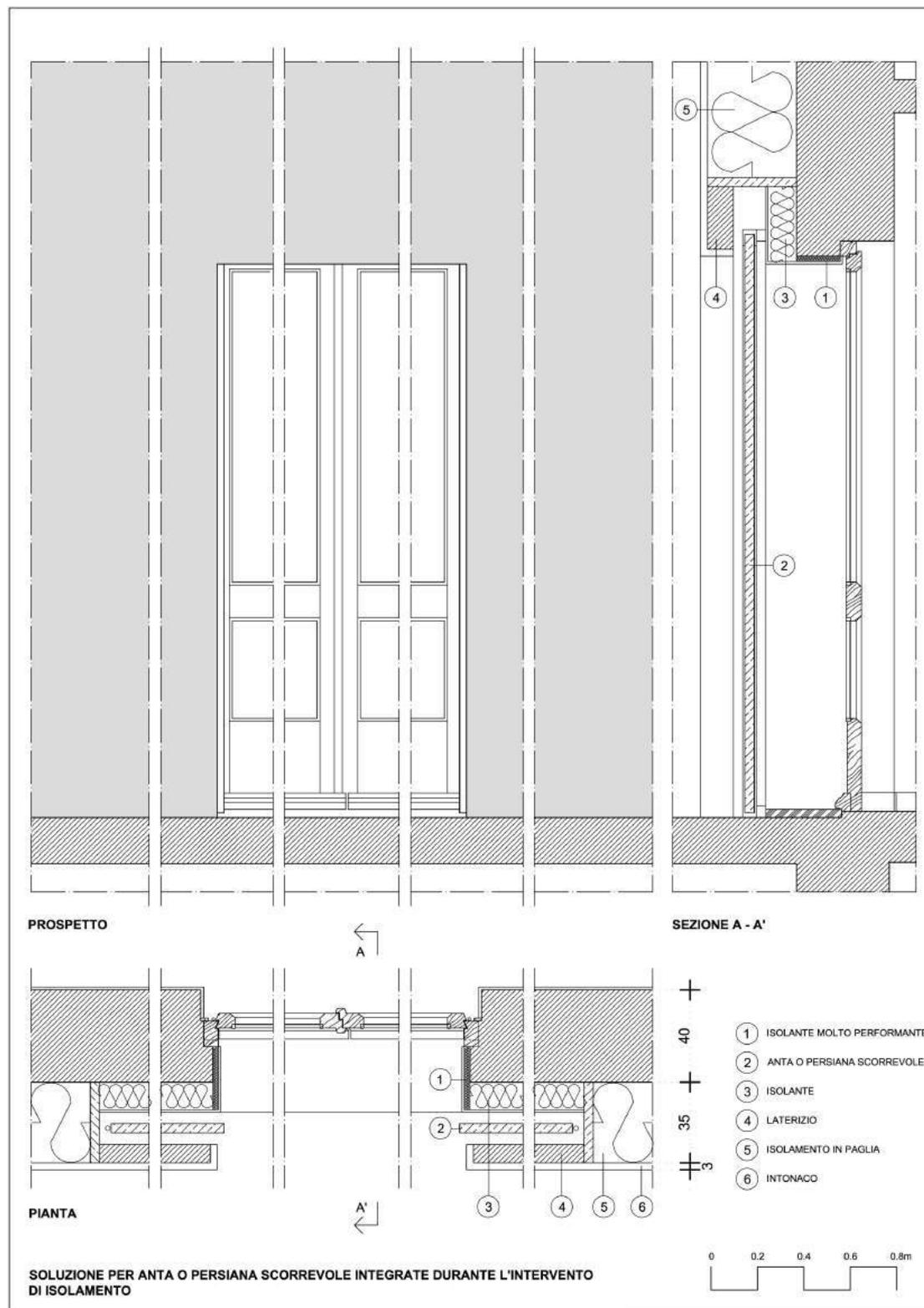


Figura 4.6: Ipotesi di integrazione durante l'intervento di isolamento per anta o persiana scorrevole (A.R. Bertorello, 2013)

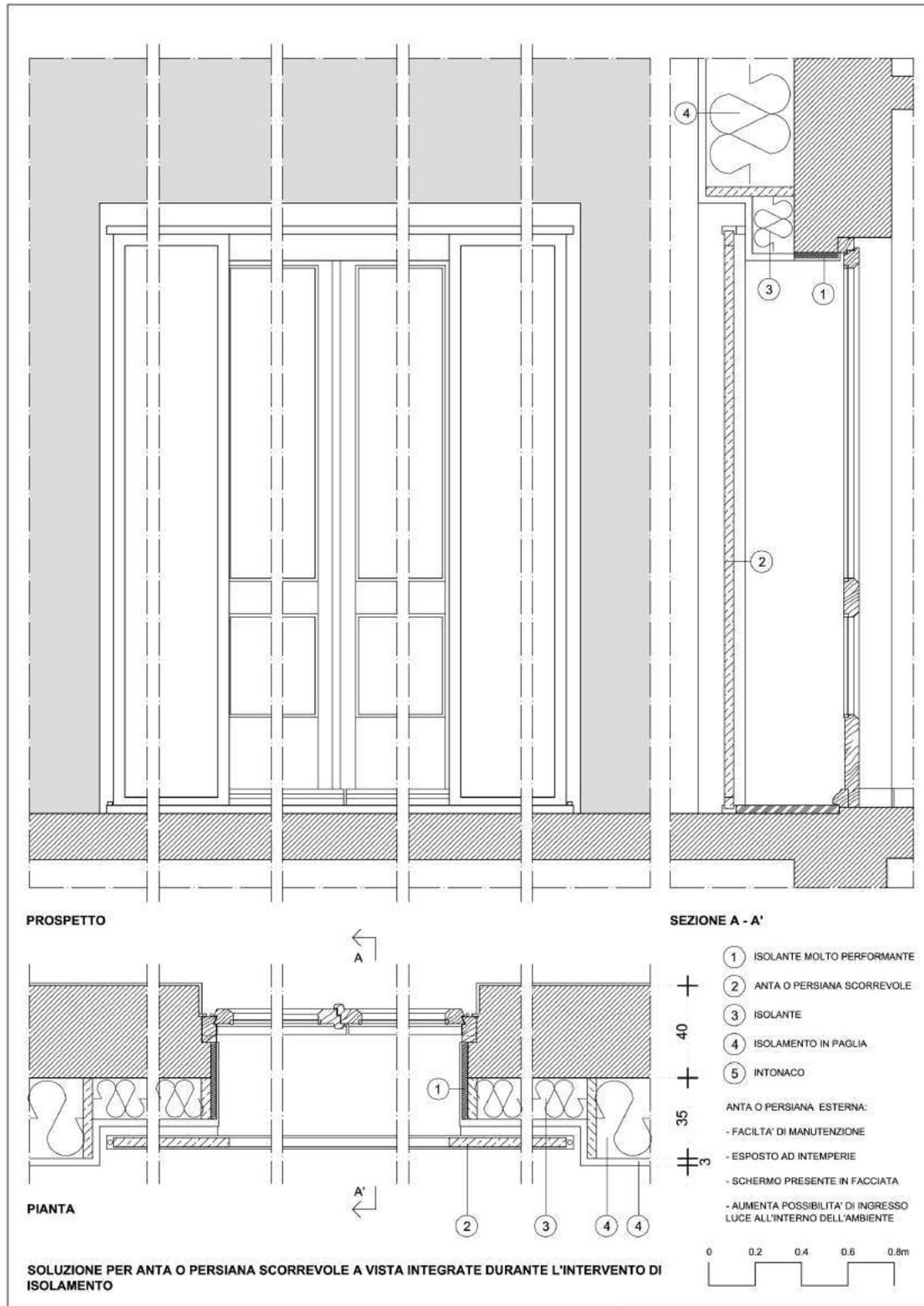


Figura 4.7: Ipotesi di integrazione durante l'intervento di isolamento per anta o persiana scorrevole a vista (A.R. Bertorello, 2013)

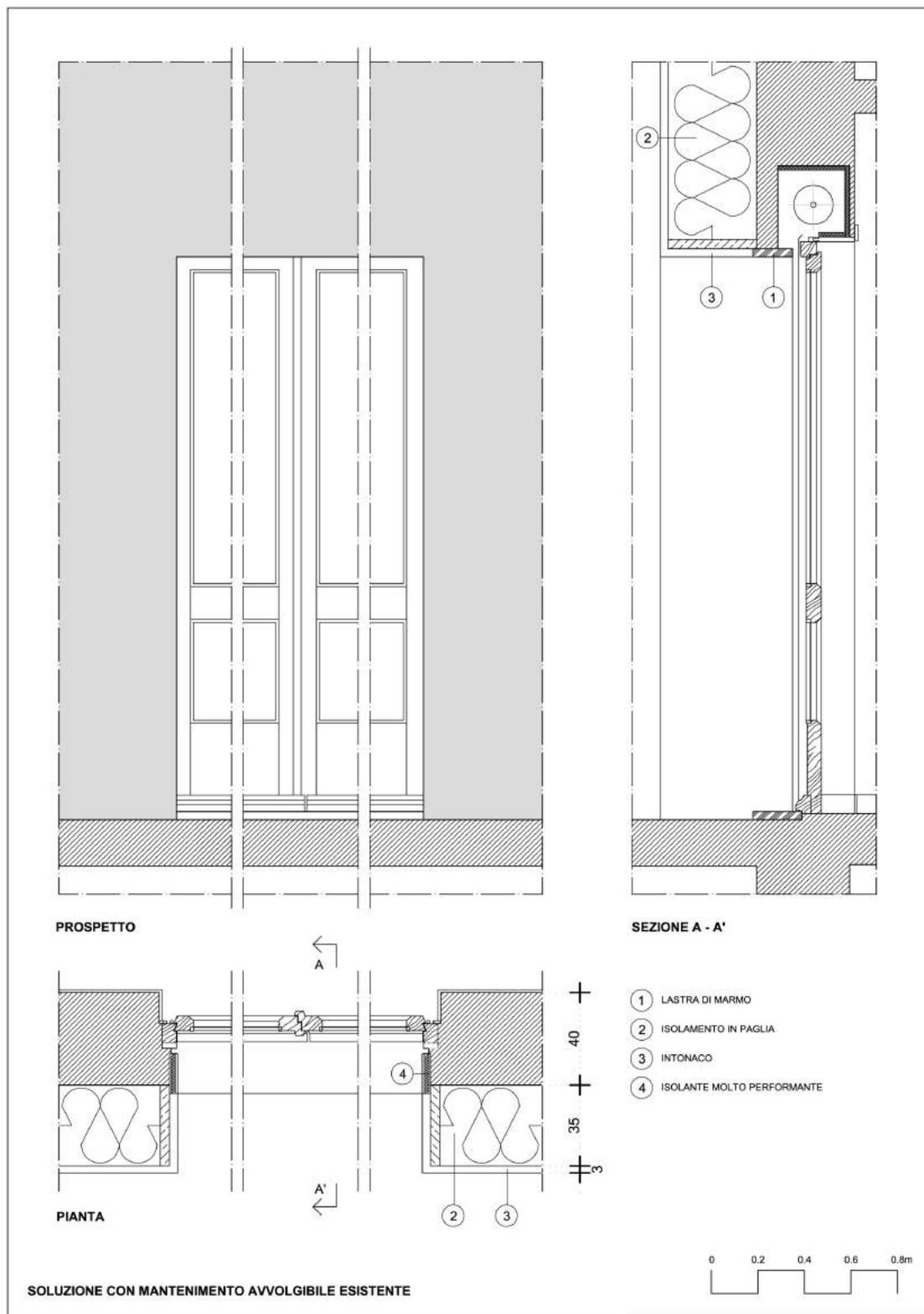


Figura 4.8: Ipotesi di mantenimento dell'avvolgibile esistente (A.R. Bertorello, 2013)

#### 4.6 Osservazioni riscontrate nell'analisi dei casi studio

Dall'analisi dei casi studio attraverso la scomposizione in parti dei vari elementi che compongono, è stato possibile effettuare un'analisi sistemica che ha permesso di individuare elementi o scelte progettuali presenti in alcuni edifici che hanno attirato l'attenzione. Di seguito viene riportato l'elenco con alcune domande a cui non è stato possibile dare risposta:

- non protezione dell'isolamento in lana di pecora collocato per isolare una chiusura superiore inclinata
- utilizzo di intonaco di cemento che non permette molto la traspirabilità della chiusura isolata in paglia. Possibile creazione di umidità all'interno e danneggiamento della paglia con il tempo
- nella realizzazione di alcuni basamenti di supporto dell'isolamento in paglia non è presente un isolamento adeguato che porta a ponti termici nella parte inferiore della chiusura esistente
- finitura esterna ad intonaco, anche se realizzata da un'impresa, non risulta regolare per la natura del substrato
- impiego di finiture sulle finestre (arrotondamenti) che non sono presenti nell'architettura tradizionale. Perdita delle caratteristiche stilistiche della tipologia della cascina
- assenza di davanzali esterni
- scomparsa di schermature solari (persiane) mentre erano presenti prima dell'intervento
- impiego di isolamento in paglia (40 cm) e di uno strato di cellulosa applicata a spruzzo (15 cm) al di sopra della paglia. Totale isolamento 55 cm. La cellulosa non viene protetta superficialmente
- realizzazione di isolamento del basamento: inserimento sotto il basamento di appoggio della paglia realizzato in XPS di lastre inclinate di circa 45° in XPS. A cosa serve questo ulteriore isolamento se il basamento è già isolato e idrofugo?
- realizzazione di dettagli in alcune finestre non facili e controllabili per quanto riguarda la paglia. Dettagli di sguinci interni di un lucernario realizzati con un telaio in legno triangolare. Come viene controllato l'effettiva collocazione dell'isolante all'interno? Nella chiusura verticale non compare una barriera contro infiltrazioni d'acqua posta nella parte inclinata della finestra. Dalla sezione risulta solo un pannello di legno posato direttamente sulla paglia. Con il passare del tempo potrebbero esserci problemi di infiltrazioni e conseguente danneggiamento della paglia
- riduzione di sporto della copertura, quasi assente dopo l'intervento di isolamento in paglia. Come si comporta nel tempo la costruzione con l'acqua piovana che scorre sulla chiusura verticale isolata in paglia?
- prima della costruzione erano presenti davanzali esterni. Dopo l'intervento non sono presenti (finitura ad intonaco). Come si comporta con il ristagno e lo scolo dell'acqua piovana? Scarsa progettazione dei dettagli delle finestre: possibile infiltrazione di acqua nell'isolamento con il tempo.
- grande isolamento di 35 cm per la chiusura verticale e assenza di isolamento nella parte inferiore della chiusura verticale. C'è un isolamento dall'umidità e non l'isolamento termico: assenza di progetto e presenza di ponte termico

- impiego di un isolante poco costoso come la paglia per la chiusura verticale e di vetro cellulare per il basamento. Una soluzione "naturale" contro una a grande impatto ambientale per la sua produzione
- ingente lavoro di taglio di una balla per ottenere un isolamento di 18 cm
- utilizzo della paglia per la chiusura verticale e isolamento di tutto il balcone con lastre di polistirene. Quale la sua motivazione? Forse solo ideologica e non completamente convinta nell'intervento
- ingente lavoro di fissaggio nella chiusura esistente di paletti in legno perpendicolari alla chiusura per il sostegno della paglia. Danneggiamento della muratura e creazione ponte termico puntuale esteso a tutta la chiusura
- inserimento di due reti porta intonaco una sull'altra: rete in stuoia incanalicciata su cui è fissata una rete in fibra di vetro per portare un intonaco di calce
- isolamento all'intermo (circa 50 cm) di una costruzione con chiusura verticale esistente di 70 cm circa. Dimensione totale chiusura di 120 cm circa. Questo spessore riduce l'ingresso della luce negli ambienti interni e lo spazio utile. Come avverrà l'aderenza dell'intonaco su due reti?
- utilizzo di serramenti nuovi in PVC
- acquisto paglia in 3 stati differenti per la realizzazione di un intervento di isolamento. Può essere considerato sostenibile l'intervento?
- riscontro di assenza di impianto di riscaldamento al piano superiore di un'abitazione in Svizzera. Per riscaldare questo piano i proprietari lasciano aperte le porte del piano terra per far passare il calore.
- realizzazione di un intonaco di terra sulla chiusura verticale esterna prima di collocare le balle di paglia

