



# Certificato

Carpentiere Falegname

VERONESI MARCO

Via M. Moschini, 9

I-38060 PRADA DI BRENTONICO (TN)

Oggetto: Calcolo bidimensionale della finestra Velux con attacco isoimbotte      Progetto: 2010-024

Data: Bolzano, 05.05.2010

File: 2011-01-19 ml Certificato Veronesi.odt

Collaboratori: Responsabile di progetto: Legierska Monika  
Calcolo Flixo e rapporto: Günther Gantioler

## Indice

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1 Oggetto.....           | 2  |
| 2 Attacco laterale.....  | 6  |
| 3 Attacco inferiore..... | 8  |
| 4 Attacco superiore..... | 10 |
| 5 Schema.....            | 12 |



# 1 Oggetto

La ditta Marco Veronesi ha sviluppato un imbotte speciale ad'alta prestazione termica per serramenti tetti. Con l'aumento della prestazione dei tetti (con trasmittanze U sempre minore), l'attacco tradizionale non risulta più idoneo alla qualità del tetto.

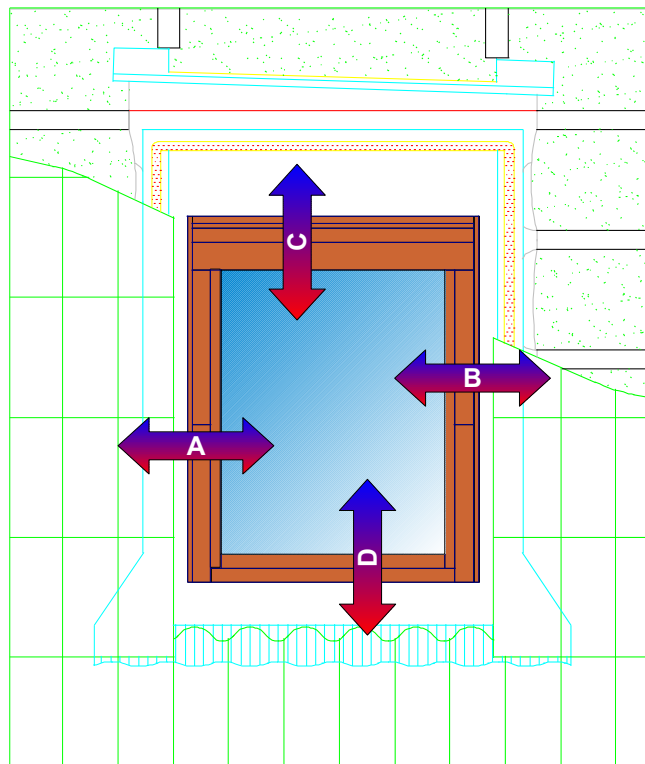
Per il calcolo energetico e la certificazione energetica secondo UNI-TS 11300 devono essere considerati anche i ponti termici. I ponti termici lineari vengono espressi con il fattore di correzione lineico  $\Psi$  (PSI). Più alto è e più si perde energia per il giunto tra serramento e tetto.

Per i calcoli abbiamo usato un serramento Velux® GGL EnergyStar con un triplo vetro, riempito con gas cripto e distanziatori a taglio termico in acciaio INOX.

Il serramento é stato posizionato su due tetti di prestazioni diversi: il primo coibentato con 26 cm di fibra di legno, il secondo con 16 cm. La stratigrafia del tetto era:

dall'interno:    tavolato in abete da 20 mm  
                  freno al vapore  
                  fibra di legno 160 o 260 mm  
                  telo traspirante  
                  ventilazione 40 mm  
                  listello portategole  
                  tegole

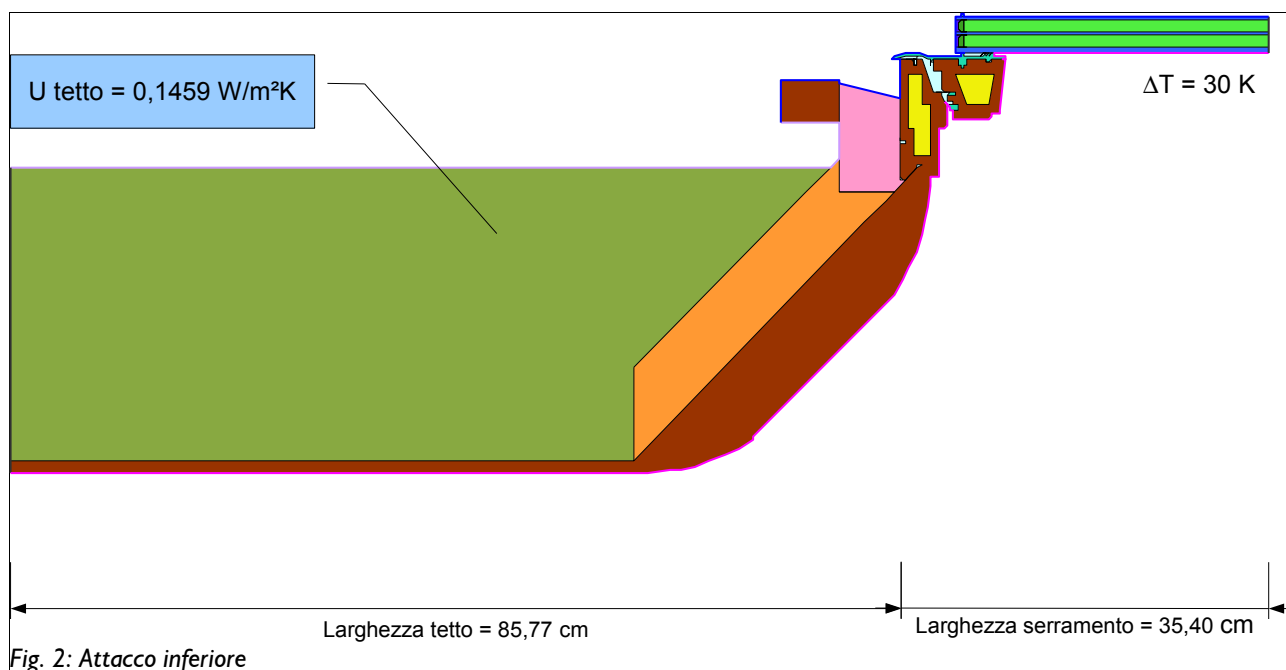
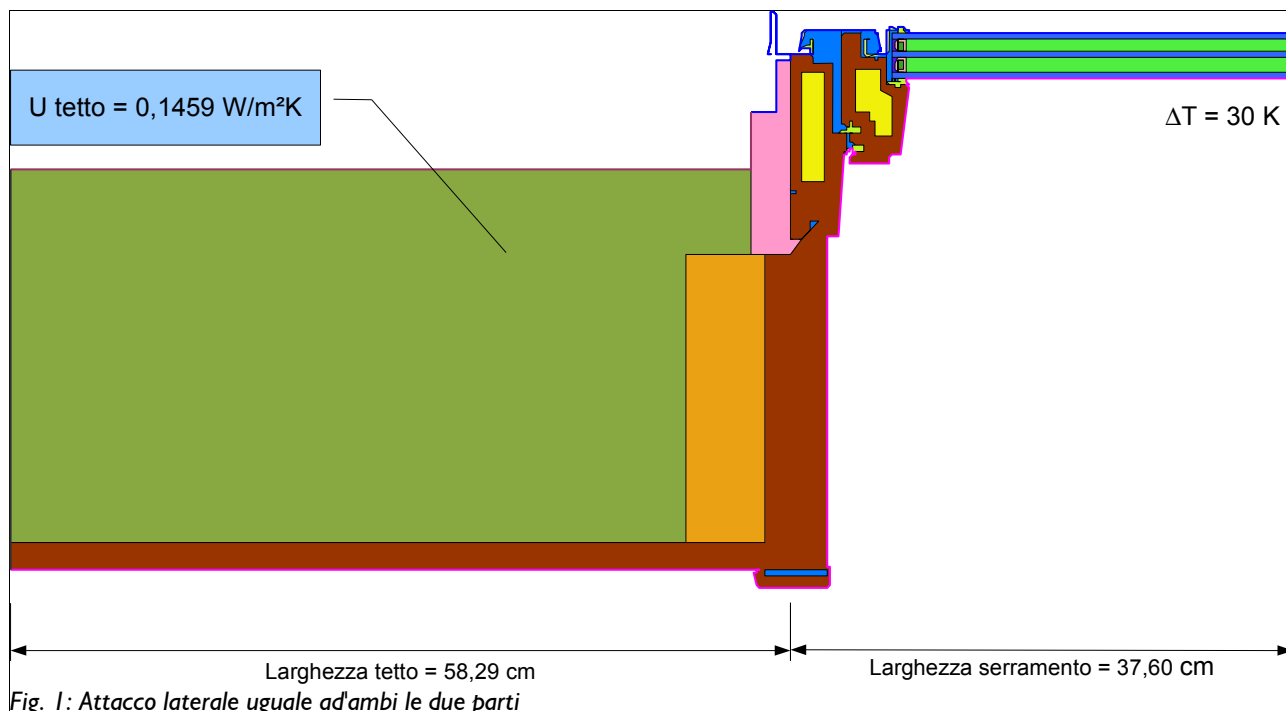
La trasmittanza del tetto con 16 cm era di 0,2297 W/m<sup>2</sup>K (tetto per edifici classe C e B), quello con 26 cm di 0,1459 W/m<sup>2</sup>K (per edifici classe A o passivi).

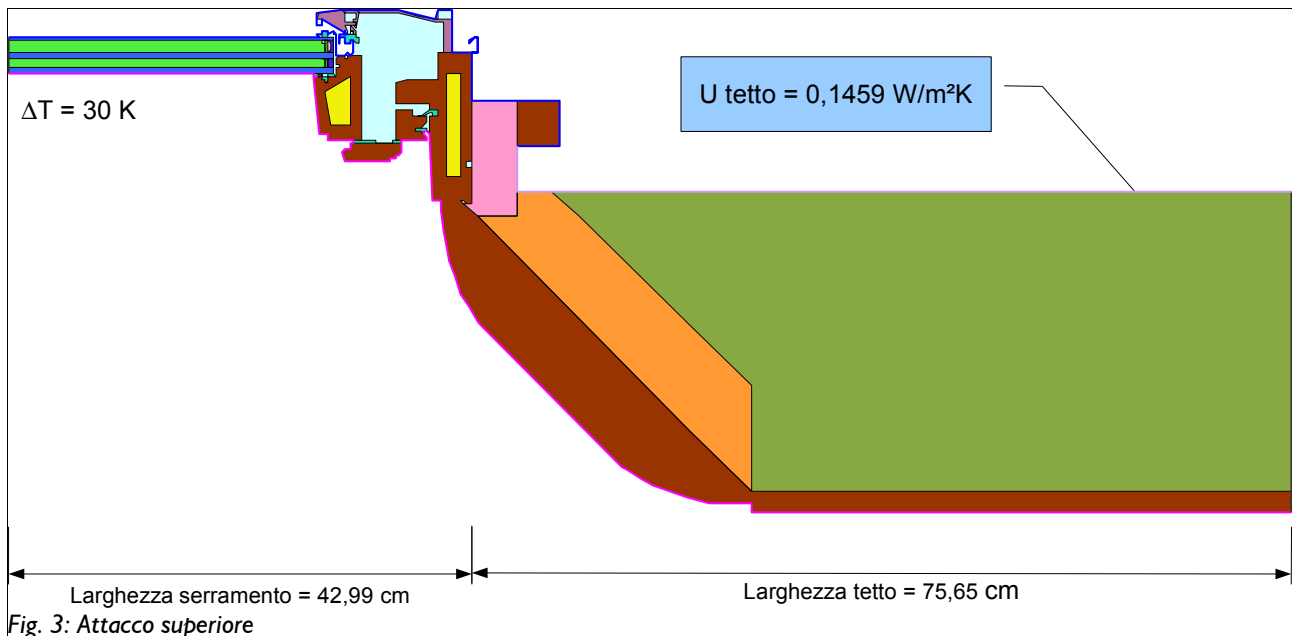


Un serramento tetto ha 3 diversi ponti termici d'attacco, dovuti alle diverse tipologie costruttive del telaio tra la parte laterale (uguale a destra e sinistra **A = B**), la parte inferiore (**D**) e la parte superiore (**C**).



Per il calcolo ad elementi finiti con il software validato si UNI EN ISO 10211 che UNI EN ISO 10077 abbiamo analizzato i seguenti tagli:





La tabella seguente mostra i principali risultati:

| Coibente tetto     | 26 SENZA imbotta | 26 cm                 | 16 cm                 |
|--------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| Attacco isoimbotta | Ψ laterale       | Ψ isoimbotta laterale | Ψ isoimbotta laterale |
| q-totale           | 19,7431 W/m      | 13,5132 W/m           | 14,6168 W/m           |
| ΔT                 | 30               | 30                    | 30                    |
| L2D-totale         | 0,6581 W/mK      | 0,4504 W/mK           | 0,4872 W/mK           |
| U tetto            | 0,1459 W/m²K     | 0,1459 W/m²K          | 0,2297 W/m²K          |
| Larghezza tetto    | 0,5829 m         | 0,5829 m              | 0,5829 m              |
| L2D-tetto          | 0,0850 W/mK      | 0,0850 W/mK           | 0,1339 W/mK           |
| L2D-serramento lat | 0,3520 W/m       | 0,3520 W/m            | 0,3520 W/m            |
| Ψf- sxdx-attacco   | 0,2210 W/mK      | 0,0134 W/mK           | 0,0013 W/mK           |



| Attacco isoimbotta | Ψ inferiore  | Ψ isoimbotta inferiore | Ψ isoimbotta inferiore |
|--------------------|--------------|------------------------|------------------------|
| q-totale           | 21,8967 W/m  | 16,3708 W/m            | 17,9900 W/m            |
| ΔT                 | 30           | 30                     | 30                     |
| L2D-totale         | 0,7299 W/mK  | 0,5457 W/mK            | 0,5997 W/mK            |
| U tetto            | 0,1459 W/m²K | 0,1459 W/m²K           | 0,2297 W/m²K           |
| Larghezza tetto    | 0,8577 m     | 0,8577 m               | 0,8577 m               |
| L2D-tetto          | 0,1251 W/mK  | 0,1251 W/mK            | 0,1970 W/mK            |
| L2D-serramento inf | 0,3368 W/m   | 0,3368 W/m             | 0,3368 W/m             |
| Ψf- inf-attacco    | 0,2680 W/mK  | 0,0838 W/mK            | 0,0659 W/mK            |

| Valore U tetto 26 cm |        |       |      |
|----------------------|--------|-------|------|
|                      |        | Rsi   | 0,10 |
| Tavolato             | 0,020  | 0,130 | 0,15 |
| Fibra di legno       | 0,260  | 0,040 | 6,50 |
|                      |        | Rse   | 0,10 |
| U-tetto              | 0,1459 |       | 6,85 |

| Valore U tetto 16 cm |        |       |      |
|----------------------|--------|-------|------|
|                      |        | Rsi   | 0,10 |
| Tavolato             | 0,020  | 0,130 | 0,15 |
| Fibra di legno       | 0,160  | 0,040 | 4,00 |
|                      |        | Rse   | 0,10 |
| U-tetto              | 0,2297 |       | 4,35 |

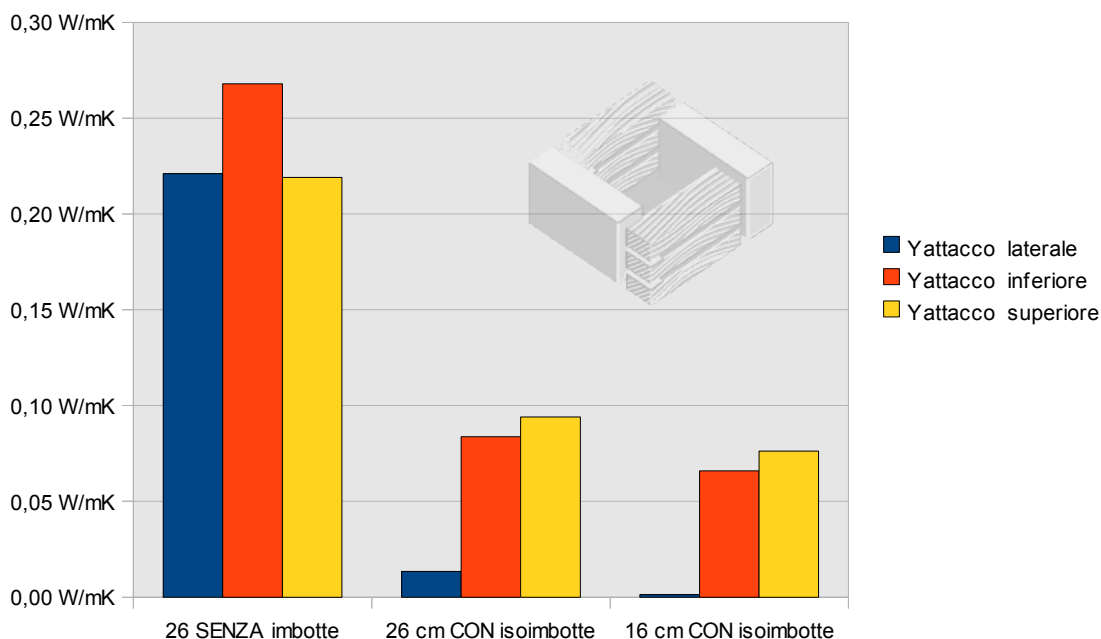
| Attacco isoimbotta | Ψ superiore  | Ψ isoimbotta superiore | Ψ isoimbotta superiore |
|--------------------|--------------|------------------------|------------------------|
| q-totale           | 24,0711 W/m  | 20,3195 W/m            | 21,6898 W/m            |
| ΔT                 | 30           | 30                     | 30                     |
| L2D-totale         | 0,8024 W/mK  | 0,6773 W/mK            | 0,7230 W/mK            |
| U tetto            | 0,1459 W/m²K | 0,1459 W/m²K           | 0,2297 W/m²K           |
| Larghezza tetto    | 0,7565 m     | 0,7565 m               | 0,7565 m               |
| L2D-tetto          | 0,1104 W/mK  | 0,1104 W/mK            | 0,1738 W/mK            |
| L2D-serramento sup | 0,4730 W/m   | 0,4730 W/m             | 0,4730 W/m             |
| Ψf- sup-attacco    | 0,2190 W/mK  | 0,0940 W/mK            | 0,0763 W/mK            |



I risultati più importanti sono riuniti nella seguente tabella:

| Coibente tetto                    | 26 SENZA imbotte         | 26 cm CON isoimbotte     | 16 cm CON isoimbotte     |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| $\Psi_{\text{attacco}}$ laterale  | 0,221 W/mK               | 0,013 W/mK               | 0,001 W/mK               |
| $\Psi_{\text{attacco}}$ inferiore | 0,268 W/mK               | 0,084 W/mK               | 0,066 W/mK               |
| $\Psi_{\text{attacco}}$ superiore | 0,219 W/mK               | 0,094 W/mK               | 0,076 W/mK               |
| $\Psi_{\text{attacco}}$ medio     | 0,374 W/mK               | 0,048 W/mK               | 0,026 W/mK               |
| $U_{\text{wm}}$ dichiarato        | 1,000 W/m <sup>2</sup> K | 1,000 W/m <sup>2</sup> K | 1,000 W/m <sup>2</sup> K |
| $U_{\text{wm}}$ effettivo         | 1,403 W/m <sup>2</sup> K | 1,238 W/m <sup>2</sup> K | 1,224 W/m <sup>2</sup> K |
| Perdita S [kWh/a]                 | 86,4 kWh/a               | 76,3 kWh/a               | 75,4 kWh/a               |

### Ponti termici attacco tra serramento e tetto



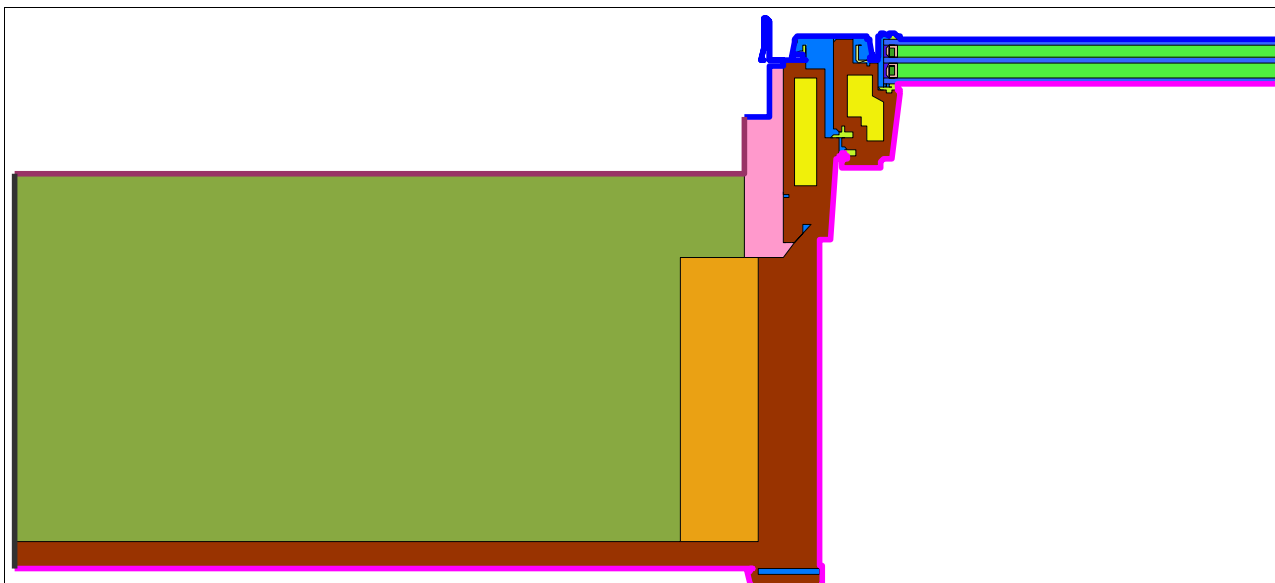
Si nota, come senza imbotte, il ponte termico d'attacco è alto, mentre con imbotte si riduce molto. Viene evidenziato anche, che con tetti meno prestanti, la influenza del ponte termico diminuisce, perchè il valore PSI rispecchia proprio la differenza tra la prestazione del tetto e l'attacco, perciò diventa meno grande con tetti peggiori termicamente.

Bolzano, 12 maggio 2010

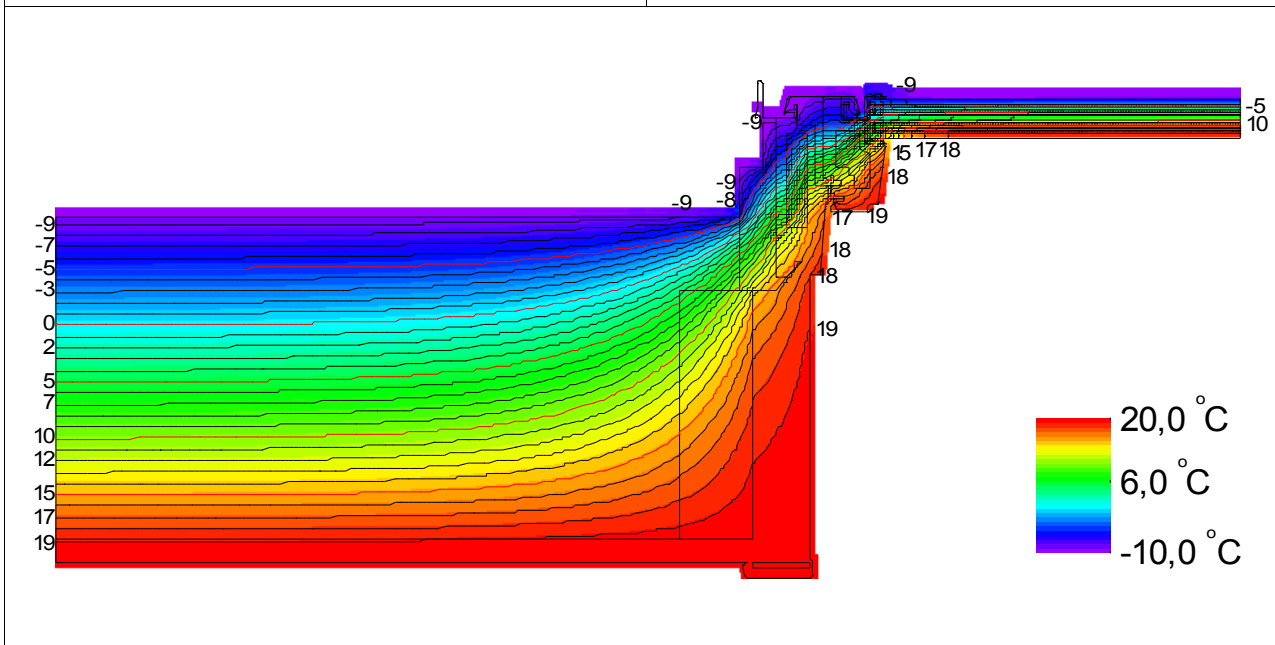
*Günther Gantioler*  
Günther Gantioler

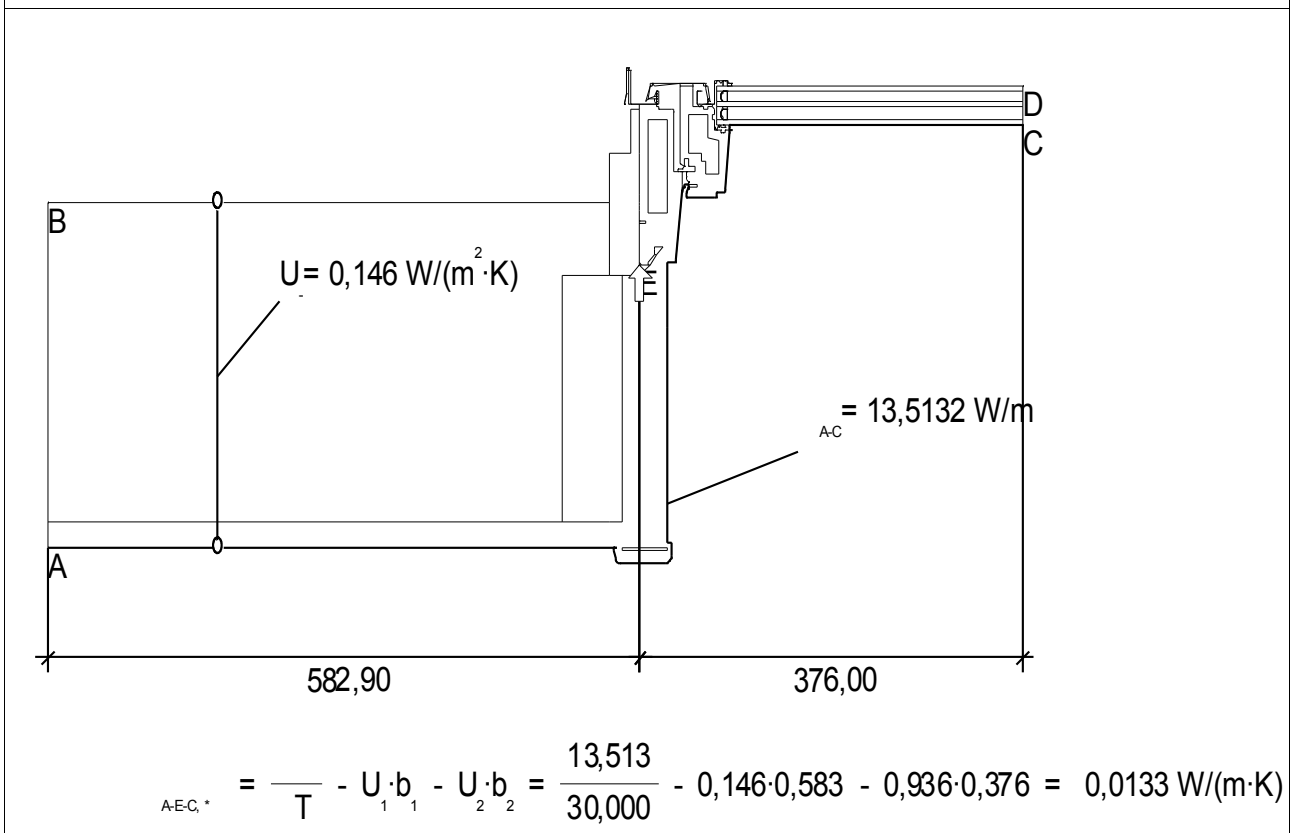
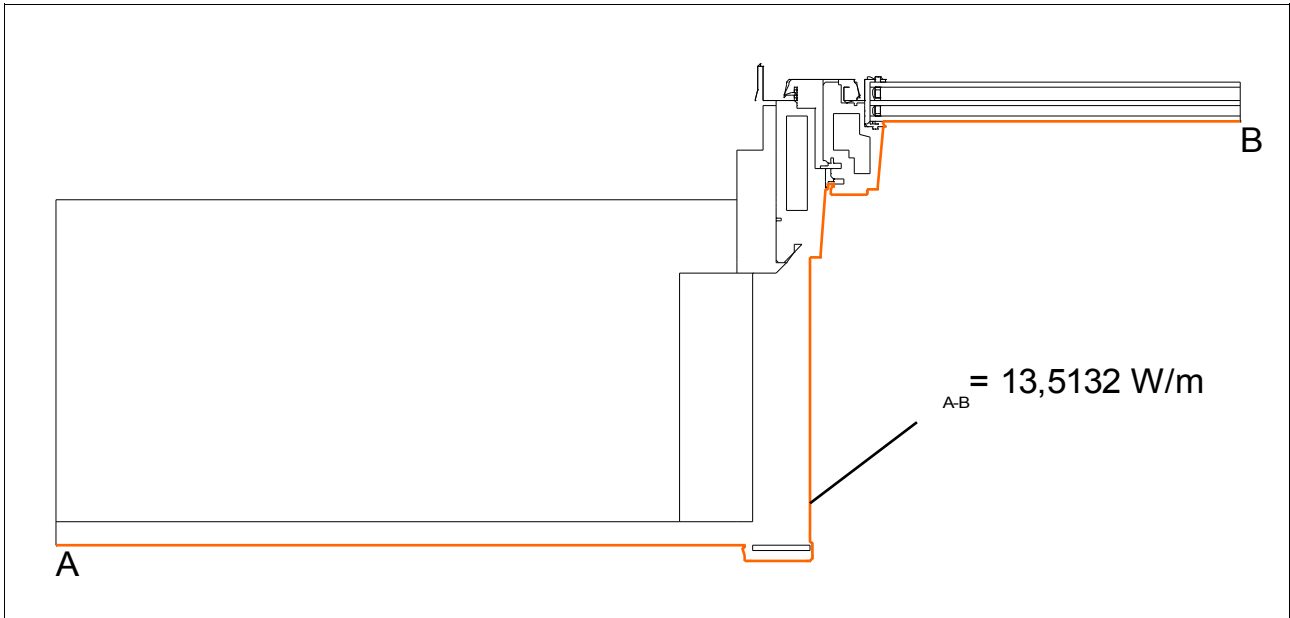


## 2 Attacco laterale

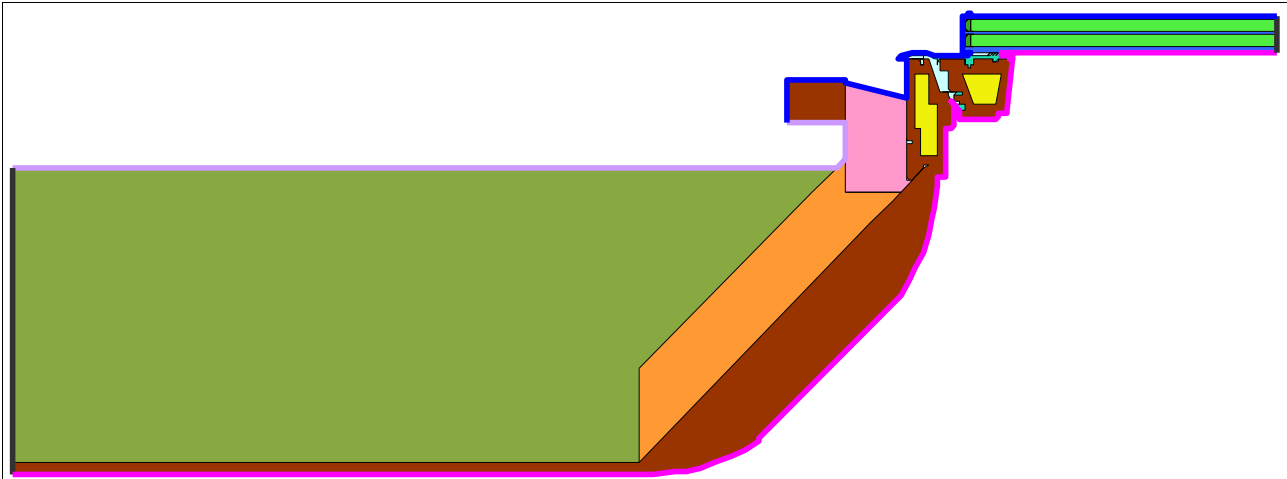


| Materiale                                 | [W/(m·K)]   | Condizione al bordo            | q[W/m <sup>2</sup> ] | °C    | R[(m <sup>2</sup> ·K)/W] |
|---|-------------|--------------------------------|----------------------|-------|--------------------------|
| Butyl (Isobuten), heissgeschmolzen        | 0,240       | Esterno Tetto ventilato        | -10,000              | 0,100 |                          |
| Cavità non ventilate                      | Eps=0,9/0,9 | Esterno, standard              | -10,000              | 0,040 |                          |
| Etilene propile diene, monomero (EPDM)    | 0,250       | Interno Flusso termico salente | 20,000               | 0,100 |                          |
| Fibra di legno 140 kg/m <sup>3</sup>      | 0,040       | Simmetria/Sezione componente   | 0,000                |       |                          |
| Hart-Poly viny lchlorid (PVC)             | 0,170       |                                |                      |       |                          |
| Kripto                                    | 0,009       |                                |                      |       |                          |
| Legname da lav oro 500                    | 0,130       |                                |                      |       |                          |
| Nichtrostender Stahl (1)                  | 17,000      |                                |                      |       |                          |
| Polestere                                 | 0,050       |                                |                      |       |                          |
| Poly sulfid (1)                           | 0,400       |                                |                      |       |                          |
| Poly uretan (PUR)                         | 0,030       |                                |                      |       |                          |
| Rame                                      | 380,000     |                                |                      |       |                          |
| STEICOtherm                               | 0,040       |                                |                      |       |                          |
| Silicagel (Trockenmittel) (1)             | 0,130       |                                |                      |       |                          |
| Vetro di natron (compreso vetro di float) | 1,000       |                                |                      |       |                          |





### 3 Attacco inferiore

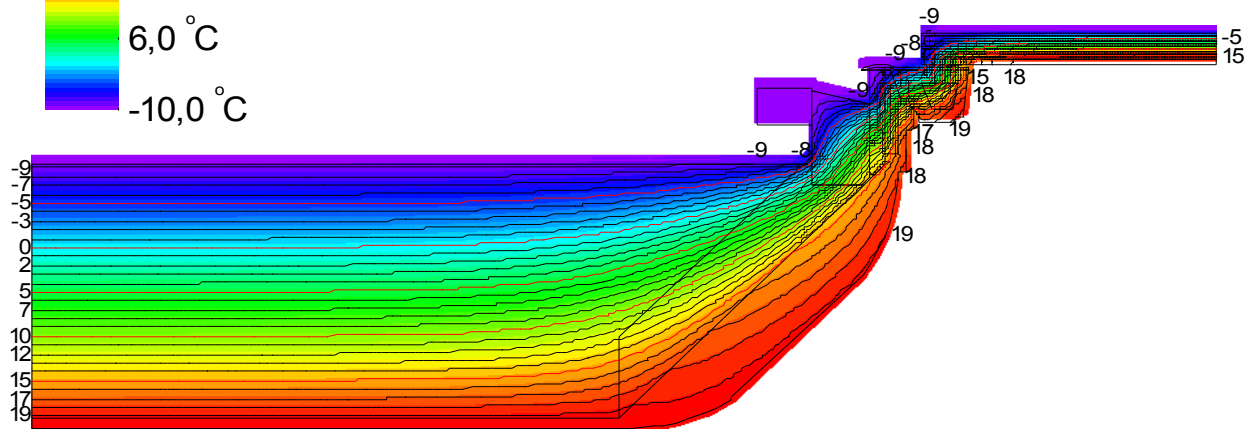
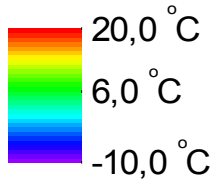


#### Materiale

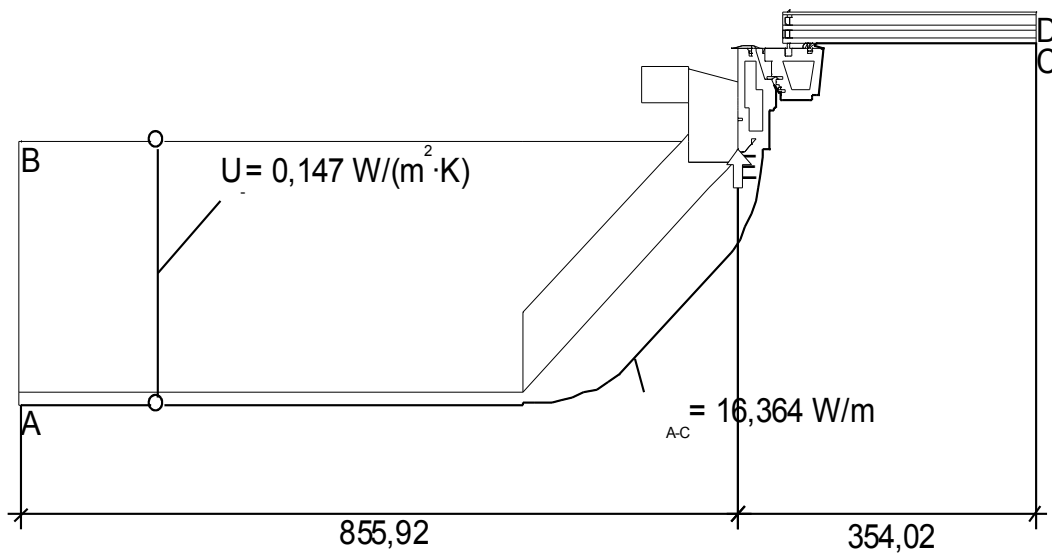
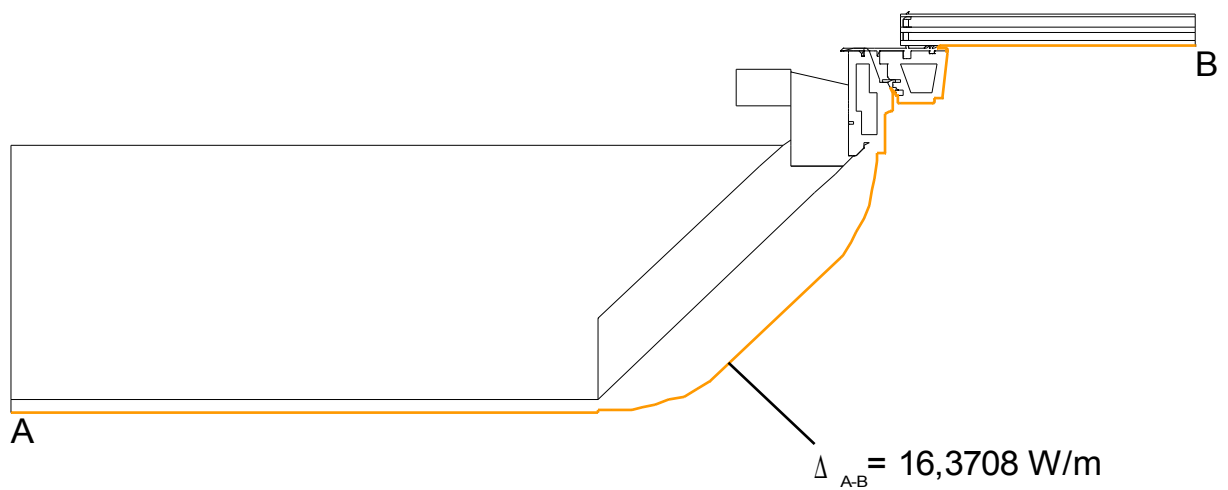
|  | [W/(m·K)]   |
|--|-------------|
| Butyl (Isobuten), heissgeschmolzen         | 0,240       |
| Cavità non ventilate                       | Eps=0,9/0,9 |
| EPDM (Etilene propile diene monomero)      | 0,250       |
| Fibra di legno 140 kg/m³                   | 0,040       |
| Kripto                                     | 0,009       |
| Legno tenero (tipico legno di costruzione) | 0,130       |
| Nichtrostender Stahl (1)                   | 17,000      |
| Polestere                                  | 0,050       |
| Poly sulfid (1)                            | 0,400       |
| Polyuretan (PUR)                           | 0,030       |
| Rame                                       | 380,000     |
| STEICOtherm                                | 0,040       |
| Silicagel (Trockenmittel) (1)              | 0,130       |
| Vetro di natron (compreso vetro di float)  | 1,000       |

#### Condizione al bordo

|                                | q[W/m²] | [°C] | R[m²·K/W] |
|--------------------------------|---------|------|-----------|
| Esterno tetto ventilato        | -10,000 |      | 0,100     |
| Esterno standard               | -10,000 |      | 0,040     |
| Interno Flusso termico salente | 20,000  |      | 0,100     |
| Simmetria/Sezione componente   | 0,000   |      |           |



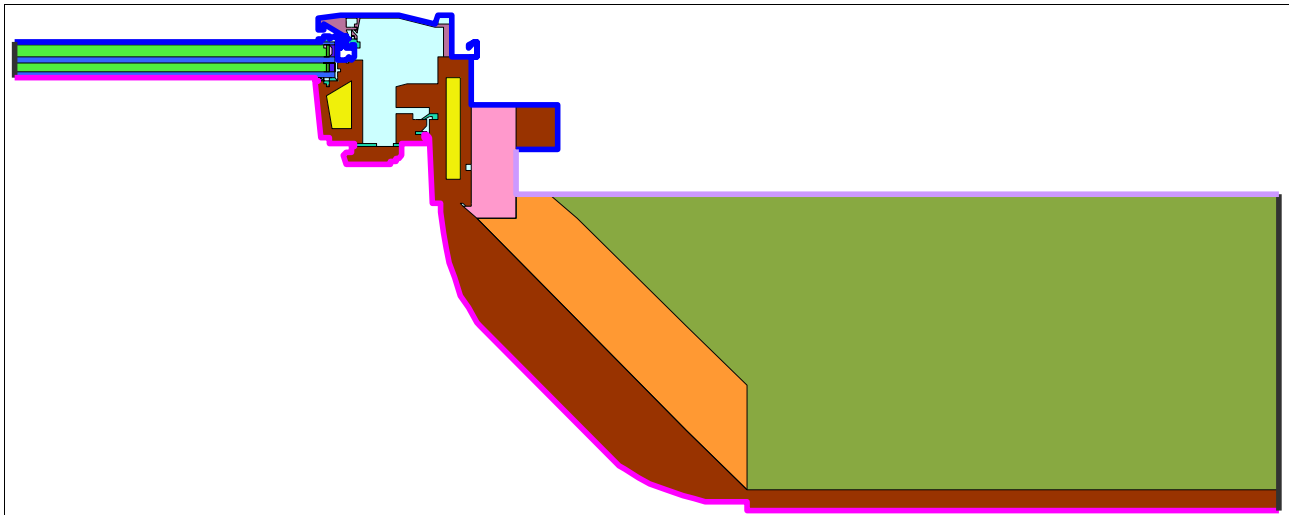




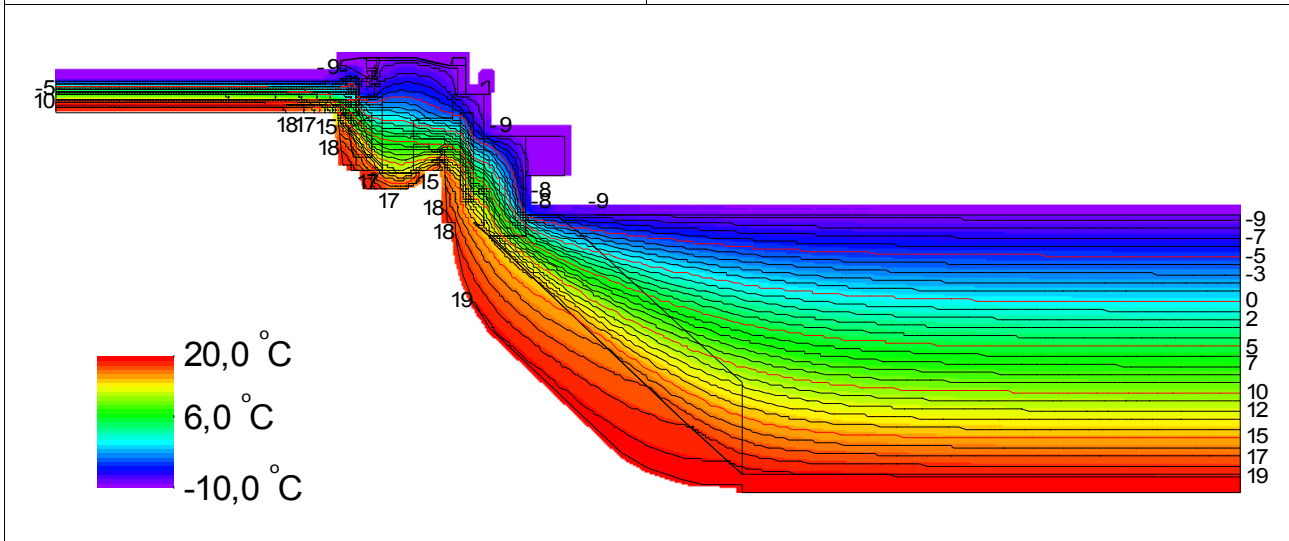
$${}_{A-E,C,*} = \frac{16,364}{T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{16,364}{30,000} - 0,147 \cdot 0,856 - 0,952 \cdot 0,354 = 0,0827 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

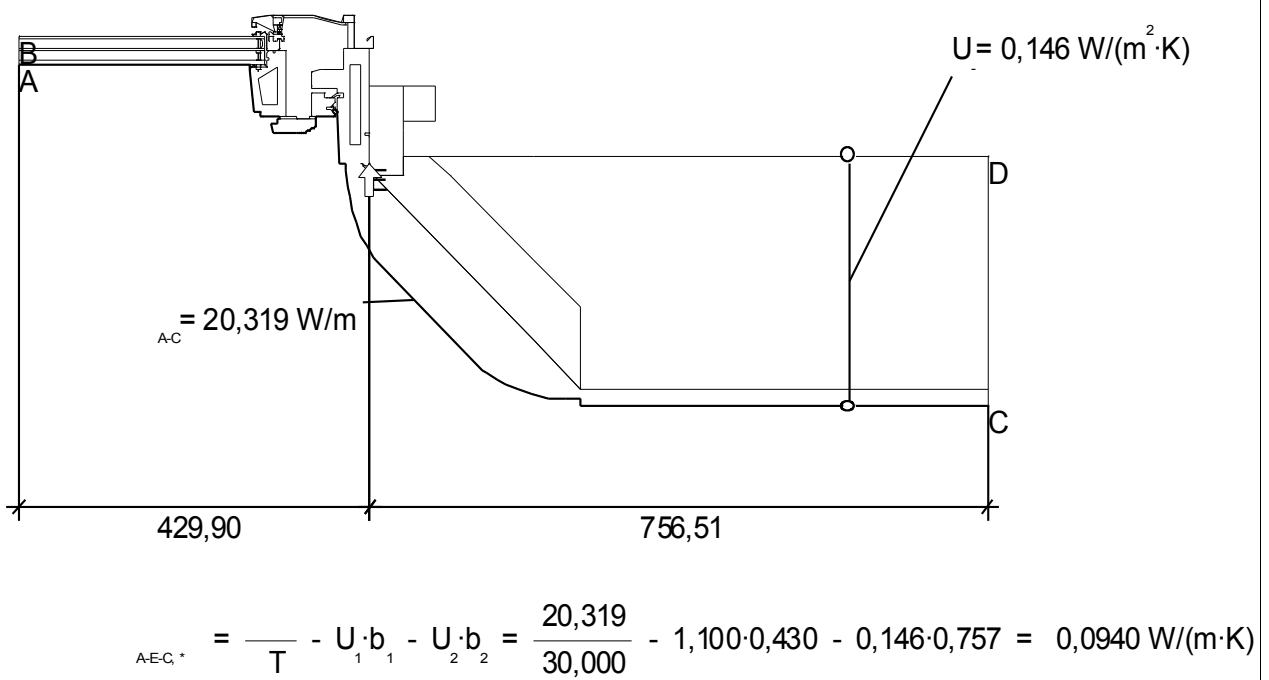
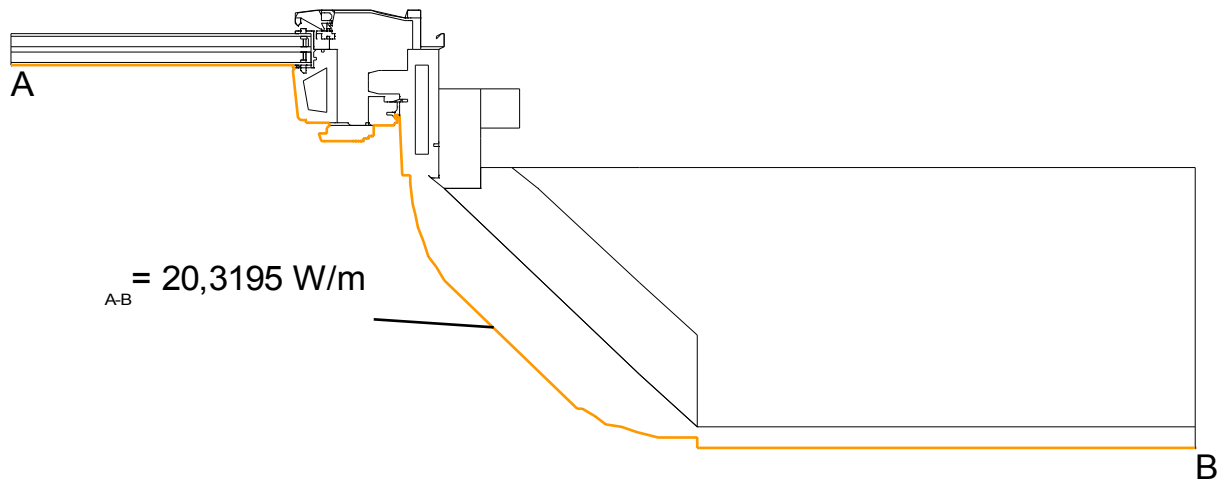


## 4 Attacco superiore

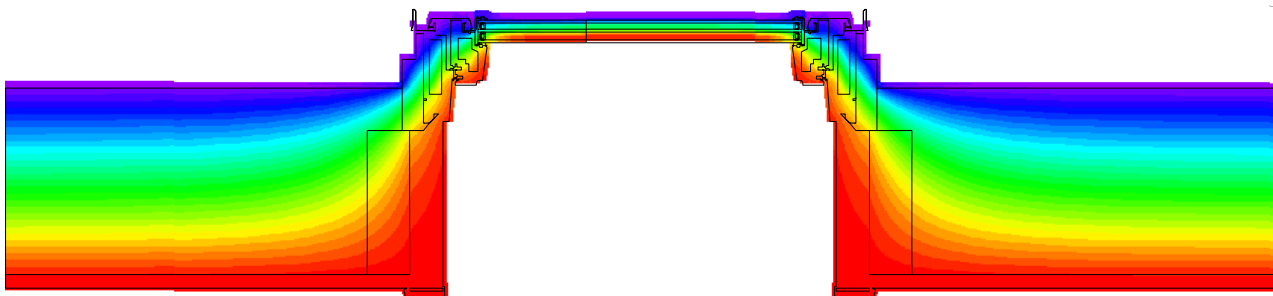
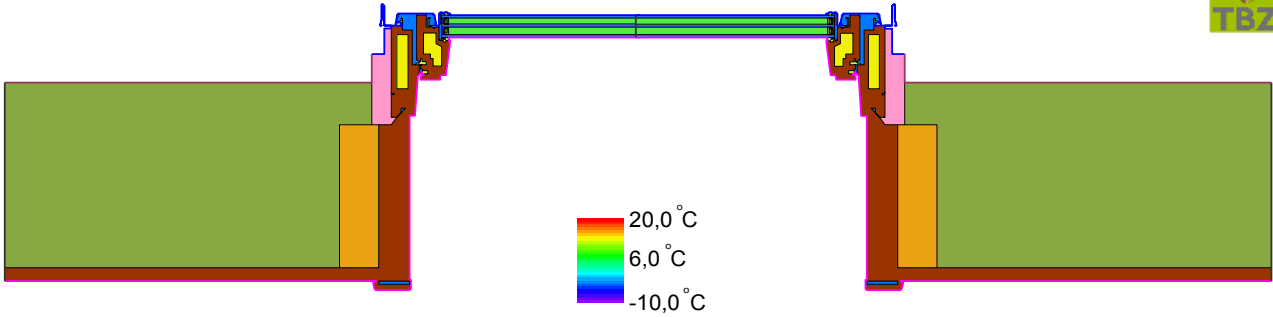


| Materiale                                  | [W/(m·K)]   | Condizione al bordo            | q[W/m <sup>2</sup> ] | T [°C]  | R[(m <sup>2</sup> ·K)/W] |
|--|-------------|--------------------------------|----------------------|---------|--------------------------|
| Butyl (Isobuten), heissgeschmolzen         | 0,240       | Esterno Tetto ventilato        | -10,000              | -10,000 | 0,100                    |
| Cavità non ventilate                       | Eps=0,9/0,9 | Esterno, standard              | -10,000              | 20,000  | 0,040                    |
| EPDM (Etilene propilene diene monomero)    | 0,250       | Interno Flusso termico salente | 0,000                |         | 0,100                    |
| Fibra di legno 140 kg/m <sup>3</sup>       | 0,040       | Simmetria/Sezione componente   |                      |         |                          |
| Kripto                                     | 0,009       |                                |                      |         |                          |
| Leghe di alluminio                         | 160,000     |                                |                      |         |                          |
| Legno tenero (tipico legno di costruzione) | 0,130       |                                |                      |         |                          |
| Nichtrostender Stahl (1)                   | 17,000      |                                |                      |         |                          |
| Polestere                                  | 0,050       |                                |                      |         |                          |
| Polysulfid (1)                             | 0,400       |                                |                      |         |                          |
| Poly uretan (PUR)                          | 0,030       |                                |                      |         |                          |
| Rame                                       | 380,000     |                                |                      |         |                          |
| STEICOtherm                                | 0,040       |                                |                      |         |                          |
| Silicagel (Trockenmittel) (1)              | 0,130       |                                |                      |         |                          |
| Vetro di natron (compreso vetro di float)  | 1,000       |                                |                      |         |                          |





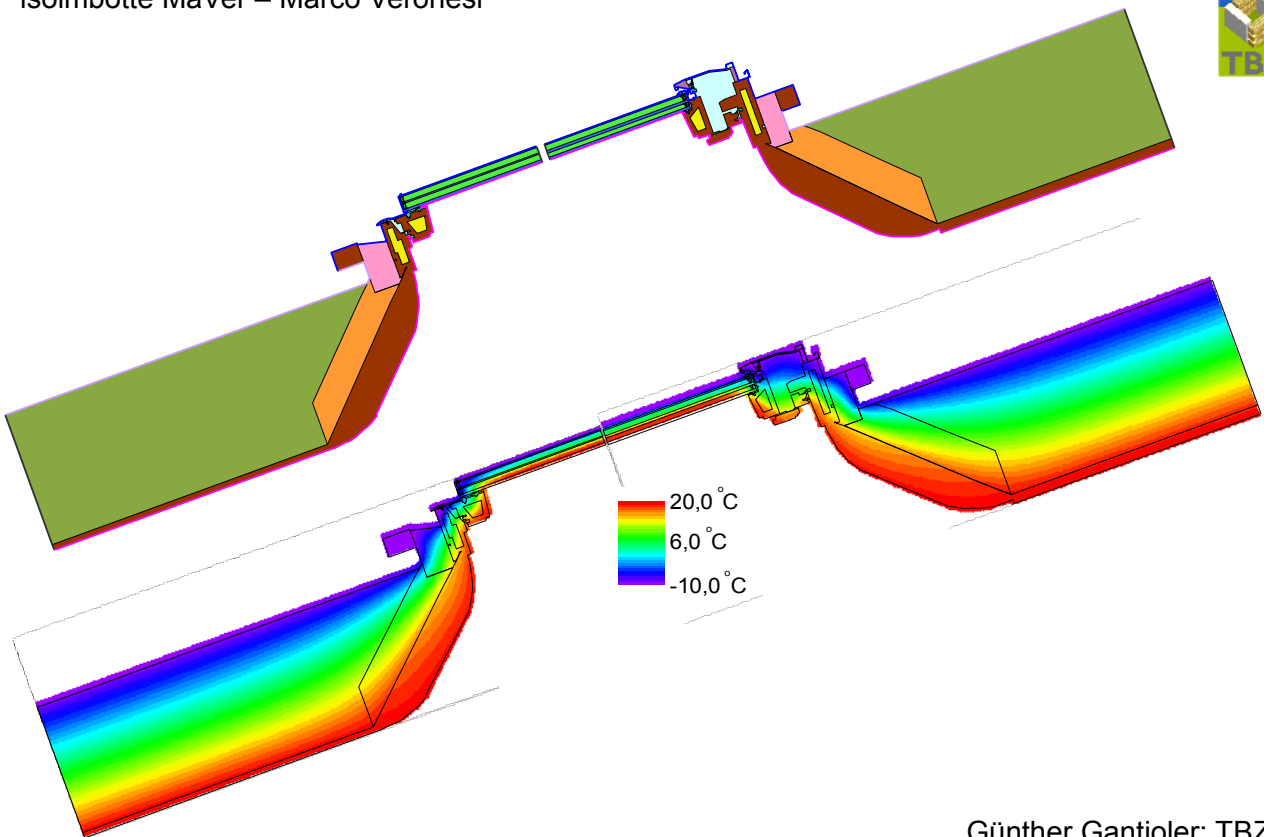
# 5 Schema



isoimbotte – Marco Veronesi

Günther Gantioler; TBZ

isoimbotte MaVer – Marco Veronesi



Günther Gantioler; TBZ



TBZ GmbH/Srl  
via Maso della Pieve 60a  
I-39100 Bolzano (BZ)

Tel: 0471 251701  
Fax: 0471 252621  
Email: info@tbz.bz

2011-01-19 ml Certificato Veronesi.odt  
Günther Gantioler / Monika Legierska  
Pagina 12 di 12