



### Descrizione del serramento\*.

Il serramento oggetto del calcolo è costituito da finestre e portafinestre con profili in legno. Lo spessore nominale del telaio fisso è di 78 mm, quello del telaio mobile di 66 mm. La vetrata, costituita da una vetrocamera del tipo "33.1-20-44.1 BE", è realizzata con lastra esterna sfalsata e incollata a completa copertura della struttura perimetrale. La trasmittanza termica della vetrata, come da documentazione fornita dal Committente, risulta:

- $U_g = 1,4 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$  per vetrata con intercapedine riempita con aria;
- $U_g = 1,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$  per vetrata con intercapedine riempita con gas argon con concentrazione minima del 90 %.

Le tipologie di serramento prese in esame sono le seguenti:

- finestra ad anta singola, dimensioni esterne del telaio : 1230 × 1480 mm;
- finestra a due ante, dimensioni esterne del telaio : 1230 × 1480 mm;
- portafinestra ad anta singola, dimensioni esterne del telaio : 1480 × 2180 mm;
- portafinestra a due ante, dimensioni esterne del telaio : 1480 × 2180 mm.

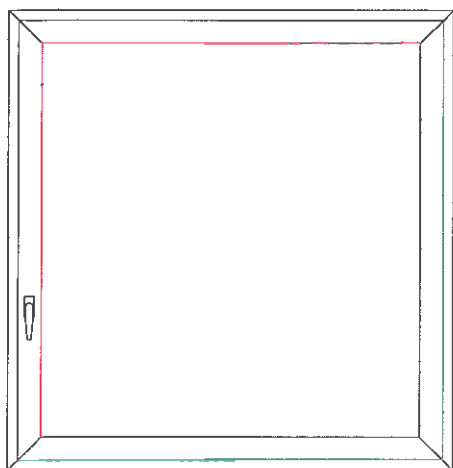
Il calcolo è stato effettuato sulla base dei disegni forniti dal Committente, utilizzando valori di trasmittanza termica delle vetrate compresi nell'intervallo  $1,0 \div 3,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ , con un passo di 0,1, relativamente a vetrate isolanti aventi le caratteristiche sopra descritte.

All'interno della vetrata isolante è stato impiegato un distanziatore di tipo "Chromatech Ultra" della Roll Tech. I dati relativi al distanziatore "Chromatech Ultra" sono stati ricavati dalla documentazione tecnica del produttore (Roll Tech) fornita dal Committente.

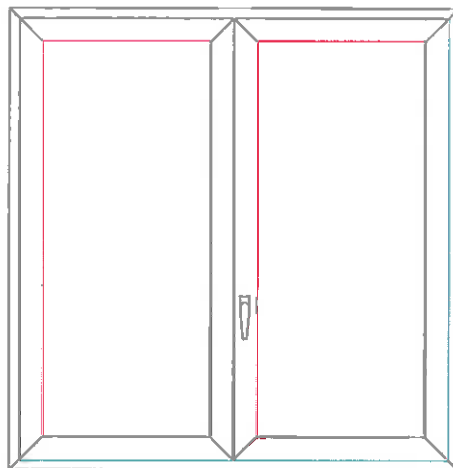


(\*) secondo le dichiarazioni del Committente.

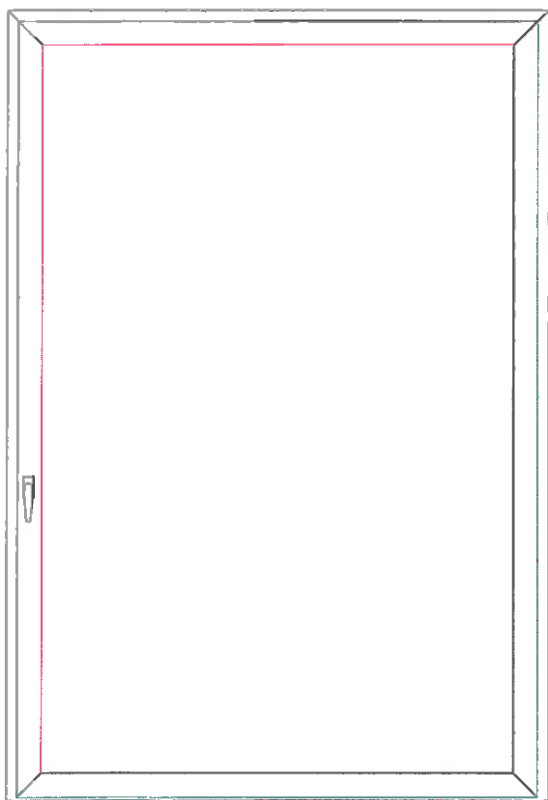
**PROSPETTI SCHEMATICI DEI SERRAMENTI ESAMINATI**



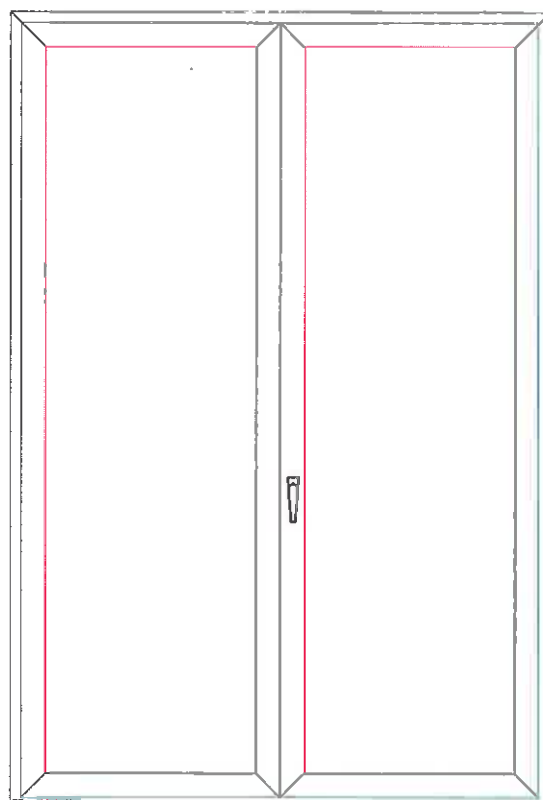
**Finestra ad anta singola.**



**Finestra a due ante.**



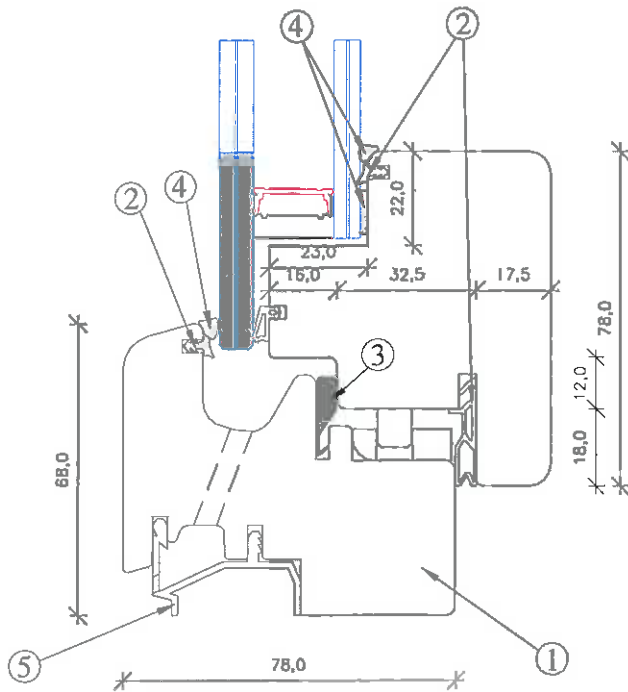
**Portafinestra senza traverso ad anta singola.**



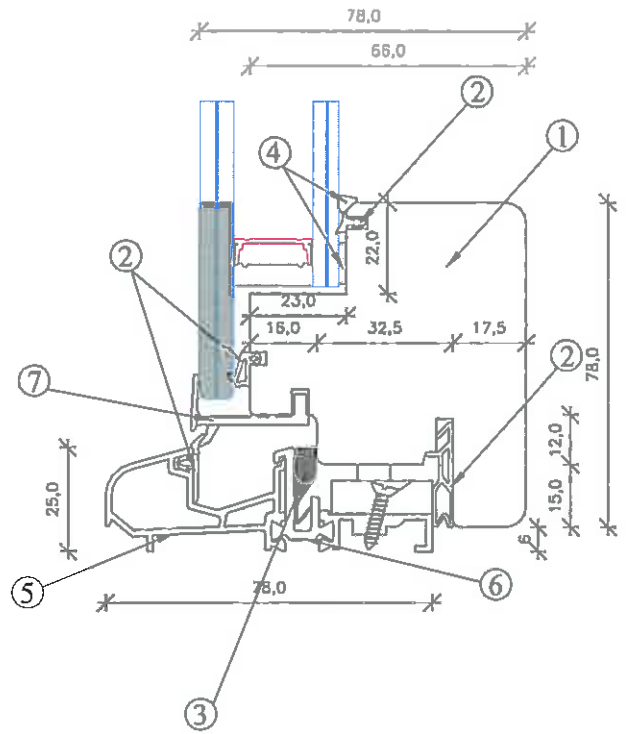
**Portafinestra senza traverso a due ante.**



DISEGNI DELLE SEZIONI ESAMINATE



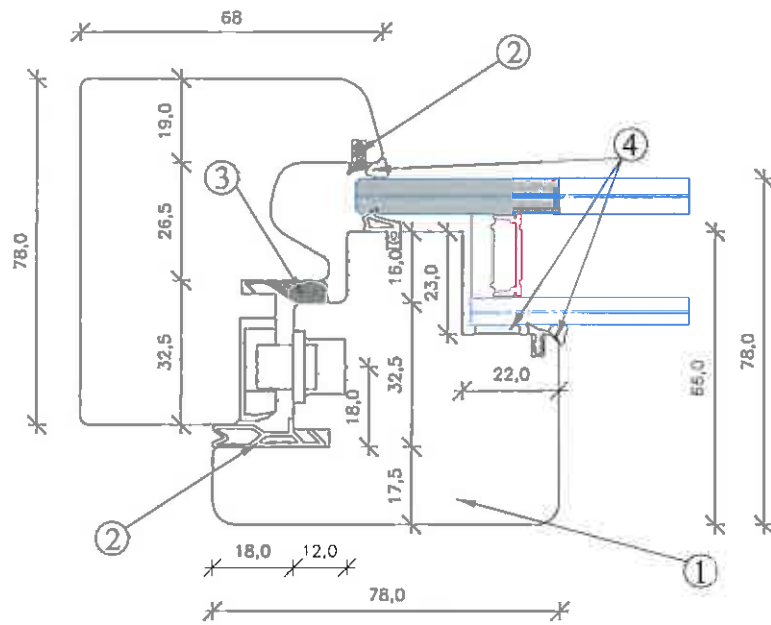
Sezione inferiore finestra.



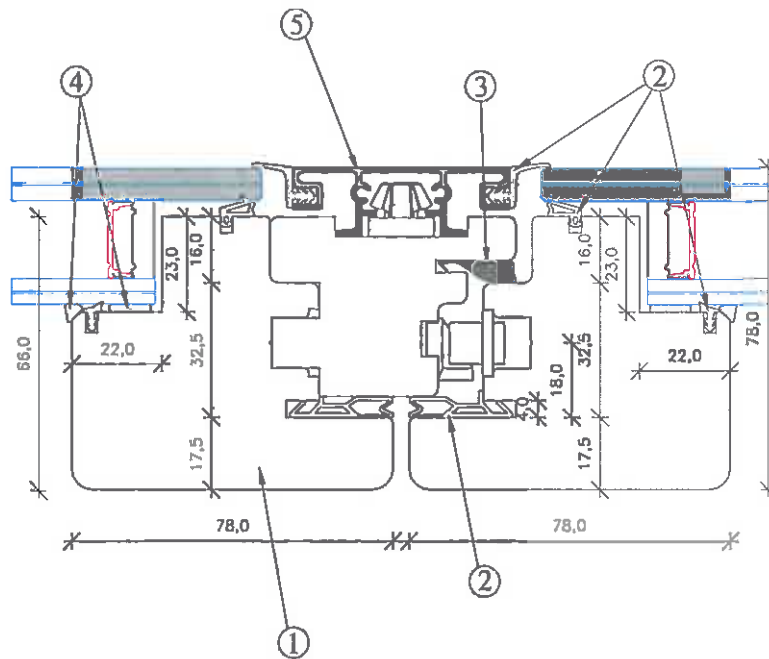
Sezione inferiore portafinestra.



DISEGNI DELLE SEZIONI ESAMINATE

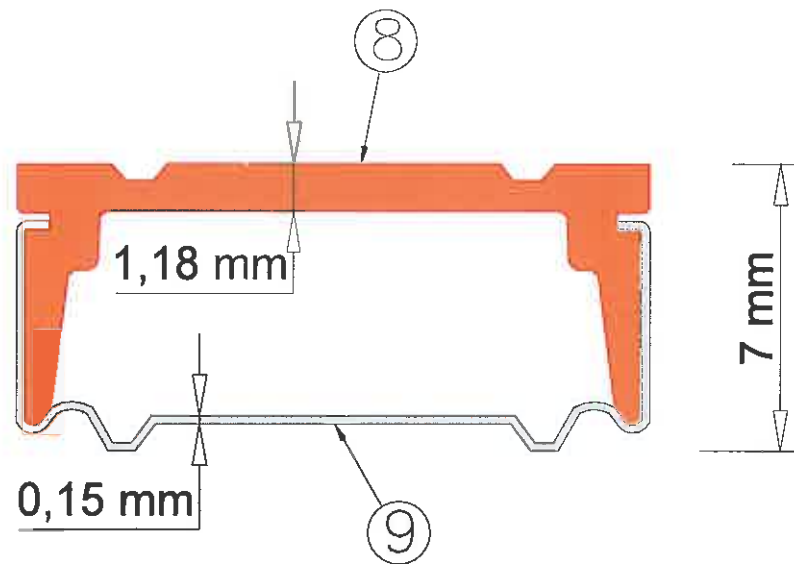


Sezione laterale e superiore.



Sezione centrale serramento a due ante.



**DISEGNI DELLE SEZIONI ESAMINATE**


**Sezione del distanziatore "Chromatech Ultra"  
ricavata da misure su una porzione di distanziatore.**

**LEGENDA**

Simbolo	Descrizione
1	Legno (Pino di Svezia)
2	Guarnizioni
3	Guarnizione composta (in polietilene con riempitivo in schiuma uretanica)
4	Silicone
5	Alluminio
6	Poliammide rinforzata
7	PVC
8	Top in policarbonato
9	Acciaio inox



**Sito produttivo\*.**

ITALSERRAMENTI S.r.l. - Via Campagnola, 2F - 25032 CHIARI (BS) - Italia.

**Riferimenti normativi.**

Il calcolo è stato eseguito secondo le prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI EN ISO 10077-1:2007 del 08/03/2007 "Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1 - Generalità";
- UNI EN ISO 10077-2:2004 del 01/04/2004 "Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo numerico per i telai";
- UNI EN 14351-1:2006 del 13/07/2006 "Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali. Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo", paragrafo 4.12 "Trasmittanza termica" ed appendice E "Determinazione delle caratteristiche".

**Modalità e condizioni di calcolo.****Calcolo della trasmittanza termica del telaio.**

Il calcolo è stato svolto utilizzando un programma numerico agli elementi finiti conforme alla norma UNI EN ISO 10077-2:2004, con una discretizzazione compresa tra n. 25873 e n. 48515 punti. L'analisi è stata effettuata sia per essenze di legno duro (densità 700 kg/m<sup>3</sup>) che per essenze di legno tenero (densità 500 kg/m<sup>3</sup>). Le intercapedini d'aria sono state valutate assegnando ad esse una conduttività termica equivalente calcolata secondo la formula contenuta nella norma UNI EN ISO 10077-2:2004, assumendo l'emissività dei materiali pari a 0,9. Il valore di trasmittanza termica delle differenti parti di telaio, "U<sub>f</sub>", calcolato considerando la vetrata isolante sopra descritta e con le ipotesi riportate in dettaglio al paragrafo



(\*) secondo le dichiarazioni del Committente.

successivo, è da considerarsi comprensivo del flusso termico addizionale dovuto all'interazione tra il bordo della vetrata (compreso il distanziatore "Chromatech Ultra") ed il telaio. Dato il particolare disegno del serramento, infatti, non è stato ritenuto corretto procedere alla determinazione separata dei contributi di trasmittanza termica del telaio e di trasmittanza termica lineare del giunto fra vetrata e telaio.

#### **Calcolo della trasmittanza termica del serramento.**

Il valore di trasmittanza termica del serramento è stato calcolato per i serramenti aventi le dimensioni prescritte all'appendice E della norma UNI EN 14351-1:2006, sia ad anta singola che a due ante, impiegando i dati riportati al paragrafo successivo e prendendo in considerazione vetrate isolanti del tipo impiegato dal Committente di trasmittanza termica " $U_g$ " compresa nell'intervallo  $1,0 \div 3,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Per tenere conto del contributo di flusso termico dovuto all'interazione tra il bordo della vetrata (compreso il distanziatore) ed il telaio l'analisi numerica è stata effettuata considerando la composizione della vetrata isolante come impiegata dal Committente ed il valore di trasmittanza termica migliore ( $U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ) nel range di quelli comunicati dal Committente stesso (situazione più critica per la valutazione del ponte termico). I valori di trasmittanza termica totale " $U_j$ " così determinati sono stati impiegati anche nel calcolo della trasmittanza termica di serramenti con differenti tipologie di vetrate.

La trasmittanza termica " $U_w$ " del serramento è stata calcolata utilizzando la seguente formula:

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_j \cdot U_j}{\sum A_g + \sum A_j}$$

dove:  $A_g$  = area visibile dell'elemento vetrato, espressa in  $\text{m}^2$ ;

$A_j$  = superficie del telaio calcolata facendo riferimento alla larghezza totale del telaio e moltiplicata per la lunghezza del telaio lungo il perimetro del serramento, espressa in  $\text{m}^2$ .



**Dati di calcolo.****Dati per la determinazione della trasmittanza termica del telaio.**

La trasmittanza termica del telaio è stata valutata nelle seguenti condizioni:

<b>Temperature</b>	Temperatura esterna	0 °C
	Temperatura interna	20 °C
<b>Resistenze termiche superficiali</b>	Resistenza termica superficiale esterna "R <sub>se</sub> "	0,04 m <sup>2</sup> ·K/W
	Resistenza termica superficiale interna per superfici con fattore di vista normale "R <sub>si</sub> "	0,13 m <sup>2</sup> ·K/W
	Resistenza termica superficiale interna per superfici con fattore di vista ridotto	0,20 m <sup>2</sup> ·K/W
<b>Caratteristiche termiche del telaio</b>	Conduttività termica del legno duro	0,18 W/(m·K)
	Conduttività termica del legno tenero	0,13 W/(m·K)
	Conduttività termica dell'alluminio	160 W/(m·K)
	Conduttività termica del poliammide	0,30 W/(m·K)
	Conduttività termica dell'EPDM	0,25 W/(m·K)
	Conduttività termica della schiuma poliuretanic (come da documentazione fornita dal Committente)	0,033 W/(m·K)
	Conduttività termica del polipropilene	0,22 W/(m·K)
	Conduttività termica del polietilene	0,33 W/(m·K)
	Conduttività termica del silicone	0,35 W/(m·K)
	Conduttività termica del PVC flessibile	0,14 W/(m·K)
<b>Caratteristiche della vetrata impiegata per la valutazione del contributo del giunto tra vetrata e telaio</b>	Spessori della vetrata isolante	3+3/20/4+4 mm
	Trasmittanza termica della vetrata isolante	1,1 W/(m <sup>2</sup> ·K)
	Conduttività termica del vetro	1,0 W/(m·K)
	Spessore della sigillatura esterna (seconda sigillatura)	5 mm
	Spessore della sigillatura interna (prima sigillatura)	2 × 0,25 mm
	Conduttività termica della sigillatura esterna (polisolfuro)	0,40 W/(m·K)
	Conduttività termica della sigillatura interna (butile)	0,24 W/(m·K)

<b>Caratteristiche del distanziatore "Chromatech Ultra"</b>	Spessore della lamiera in acciaio inox	0,15 mm
	Spessore del top in policarbonato	1,18 mm
	Conduttività termica del policarbonato (come da documentazione fornita dal Committente)	0,24 W/(m·K)
	Conduttività termica dell'acciaio inox (come da documentazione fornita dal Committente)	15 W/(m·K)
	Conduttività termica dei sali disidratanti	0,10 W/(m·K)

**Dati per la determinazione della trasmittanza termica del serramento.**

Le dimensioni dei serramenti esaminati sono le seguenti:

Tipologia di serramento standard		Finestra	Portafinestra
Larghezza		1,230 m	1,480 m
Altezza		1,480 m	2,180 m
Superficie totale " $A_w$ "**		1,820 m <sup>2</sup>	3,226 m <sup>2</sup>
Area visibile dell'elemento vetrato " $\Sigma A_g$ "	Serramento ad anta singola	1,281 m <sup>2</sup>	2,520 m <sup>2</sup>
	Serramento a due ante	1,079 m <sup>2</sup>	2,201 m <sup>2</sup>

(\*)  $A_w$  = superficie del serramento, pari alla somma delle superfici dei telai e dell'elemento vetrato ( $A_w = \Sigma A_f + \Sigma A_g$ ).



Le dimensioni del telaio dei serramenti esaminati sono le seguenti:

<b>Serramento ad anta singola</b>			
<b>Sezione</b>	<b>Larghezza di riferimento <math>b_f</math></b>	<b>Superficie del telaio</b>	
		$A_f$	
	[mm]	<b>Finestra</b> [m <sup>2</sup> ]	<b>Portafinestra</b> [m <sup>2</sup> ]
Inferiore finestra	108	0,121	-
Inferiore portafinestra	78	-	0,107
Laterale	108	2 × 0,148	2 × 0,226
Superiore	108	0,121	0,148

<b>Serramento a due ante</b>			
<b>Sezione</b>	<b>Larghezza di riferimento <math>b_f</math></b>	<b>Superficie del telaio</b>	
		$A_f$	
	[mm]	<b>Finestra</b> [m <sup>2</sup> ]	<b>Portafinestra</b> [m <sup>2</sup> ]
Inferiore finestra	108	0,113	-
Inferiore portafinestra	78	-	0,101
Laterale	108	2 × 0,148	2 × 0,226
Centrale	160	0,220	0,334
Superiore	108	0,113	0,140



### Risultati del calcolo.

#### **Trasmittanza termica del telaio.**

I valori di trasmittanza termica del telaio (composto dalle parti fissa e mobile) sotto riportati sono comprensivi del flusso termico addizionale dovuto all'interazione tra il bordo della vetrata (compreso il distanziatore "Chromatech Ultra") ed il telaio. Tali valori, riferiti alle larghezze riportate in tabella e calcolati secondo la norma UNI EN ISO 10077-2:2004, risultano:

<b>Sezione</b>	<b>Larghezza di riferimento <math>b_f</math> [mm]</b>	<b>Trasmittanza termica (telaio in legno duro) <math>U_f</math> [W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>	<b>Trasmittanza termica (telaio in legno tenero) <math>U_f</math> [W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>
Inferiore finestra	108	2,11	1,84
Inferiore portafinestra	78	2,66	2,43
Laterale e superiore	108	1,96	1,71
Centrale	160	2,27	1,99



**Trasmittanza termica del serramento.**

Seguendo il procedimento sopra descritto sono stati ottenuti i seguenti valori di trasmittanza termica " $U_w$ " del serramento completo, tabulati in funzione della trasmittanza " $U_g$ " della vetrata installata sul serramento, per le tipologie di serramenti analizzati, aventi telai realizzati con essenze di legno duro o di legno tenero.

<b>Serramento ad anta singola</b>				
<b>Trasmittanza termica "<math>U_g</math>" della vetrata [W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>	<b>TRASMITTANZA TERMICA "<math>U_w</math>" DEL SERRAMENTO</b>			
	<b>Finestra</b>		<b>Portafinestra</b>	
	con telaio in legno duro [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	con telaio in legno tenero [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	con telaio in legno duro [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	con telaio in legno tenero [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
1,0	1,3	1,2	1,2	1,2
1,1	1,4	1,3	1,3	1,3
1,2	1,4	1,4	1,4	1,3
1,3	1,5	1,4	1,5	1,4
1,4	1,6	1,5	1,5	1,5
1,5	1,6	1,6	1,6	1,6
1,6	1,7	1,6	1,7	1,6
1,7	1,8	1,7	1,8	1,7
1,8	1,9	1,8	1,9	1,8
1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
2,0	2,0	1,9	2,0	2,0
2,1	2,1	2,0	2,1	2,0
2,2	2,1	2,1	2,2	2,1
2,3	2,2	2,1	2,2	2,2
2,4	2,3	2,2	2,3	2,3
2,5	2,4	2,3	2,4	2,4
2,6	2,4	2,3	2,5	2,4
2,7	2,5	2,4	2,6	2,5
2,8	2,6	2,5	2,6	2,6
2,9	2,6	2,6	2,7	2,7
3,0	2,7	2,6	2,8	2,7
3,1	2,8	2,7	2,9	2,8
3,2	2,8	2,8	3,0	2,9
3,3	2,9	2,8	3,0	3,0



<b>Serramento a due ante</b>				
<b>Trasmittanza termica "U<sub>e</sub>" della vetrata [W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>	<b>TRASMITTANZA TERMICA "U<sub>w</sub>" DEL SERRAMENTO</b>			
	<b>Finestra</b>		<b>Portafinestra</b>	
	con telaio in legno duro [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	con telaio in legno tenero [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	con telaio in legno duro [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	con telaio in legno tenero [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
1,0	1,4	1,3	1,4	1,3
1,1	1,5	1,4	1,4	1,3
1,2	1,6	1,4	1,5	1,4
1,3	1,6	1,5	1,6	1,5
1,4	1,7	1,6	1,6	1,5
1,5	1,7	1,6	1,7	1,6
1,6	1,8	1,7	1,8	1,7
1,7	1,9	1,7	1,8	1,8
1,8	1,9	1,8	1,9	1,8
1,9	2,0	1,9	2,0	1,9
2,0	2,0	1,9	2,0	2,0
2,1	2,1	2,0	2,1	2,0
2,2	2,1	2,0	2,2	2,1
2,3	2,2	2,1	2,2	2,2
2,4	2,3	2,2	2,3	2,2
2,5	2,3	2,2	2,4	2,3
2,6	2,4	2,3	2,5	2,4
2,7	2,4	2,3	2,5	2,4
2,8	2,5	2,4	2,6	2,5
2,9	2,6	2,5	2,7	2,6
3,0	2,6	2,5	2,7	2,6
3,1	2,7	2,6	2,8	2,7
3,2	2,7	2,6	2,9	2,8
3,3	2,8	2,7	2,9	2,8



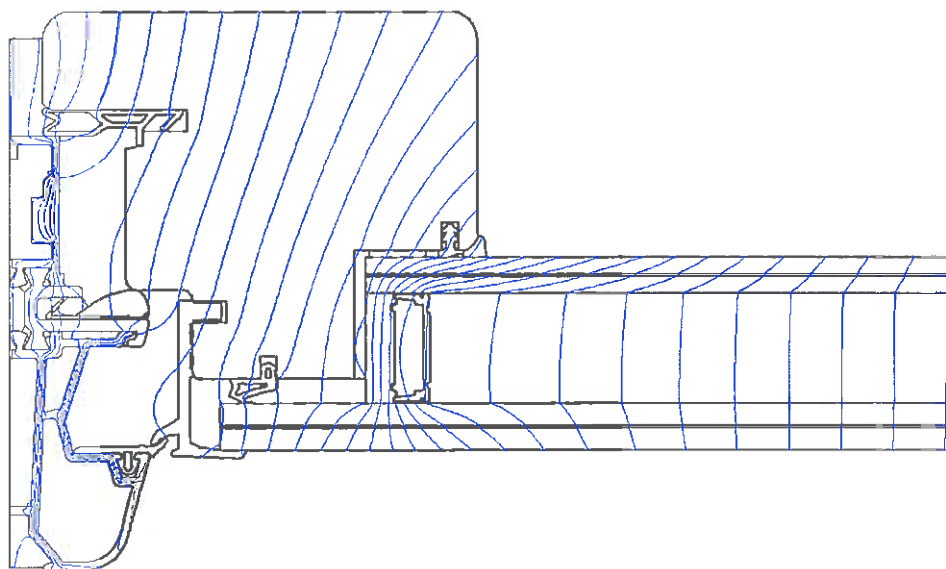
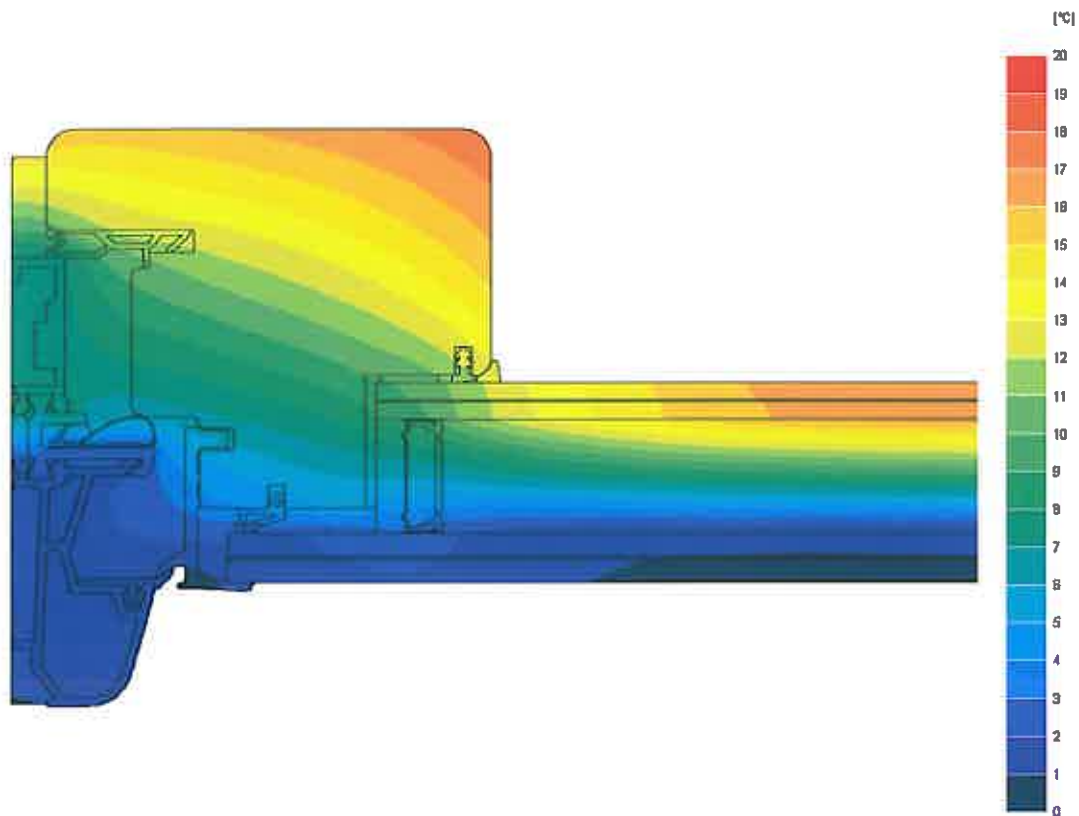
**Note:**

- 1) la trasmittanza termica " $U_g$ " rappresenta la trasmittanza termica della parte centrale della vetrata, determinata in accordo alla norma UNI EN 673:2005 del 13/10/2005 "Vetro per edilizia - Determinazione della trasmittanza termica (valore U) - Metodo di calcolo" o alla norma UNI EN 674:1999 del 30/06/1999 "Vetro per edilizia - Determinazione della trasmittanza termica (valore U) - Metodo della piastra calda con anello di guardia". Essa dipende dalla composizione della vetrata installata nel serramento (tipo e spessore dei vetri, emissività delle superfici dei vetri, spessore delle intercapedini, composizione del gas nelle intercapedini). Nel caso di vetrate isolanti contenenti gas diversi dall'aria, il valore di trasmittanza termica è correlato alla percentuale minima di gas presente nelle intercapedini, pertanto tale percentuale minima deve essere dichiarata assieme al valore della trasmittanza termica " $U_g$ " della vetrata;
- 2) i valori di trasmittanza termica " $U_w$ " dei serramenti, riportati nelle precedenti tabelle, sono riferiti a vetrate con distanziatori "Chromatech Ultra", aventi le caratteristiche sopra riportate;
- 3) i valori di trasmittanza termica riportati nelle precedenti tabelle sono stati valutati per le dimensioni del serramento sopra descritte, che corrispondono alle dimensioni standard contenute nella tabella E.1 della norma UNI EN 14351-1:2006. Il valore in tal modo ottenuto può essere impiegato dal Committente per la dichiarazione della trasmittanza termica di tutte le dimensioni di serramento prodotte, come prescritto dalla norma UNI EN 14351-1:2006, purché il campione testato sia rappresentativo di quello prodotto (stesso numero di ante):
  - la trasmittanza termica del serramento di dimensioni  $1230 \times 1480$  mm può essere estesa ai serramenti con lo stesso o minore numero di ante di area complessiva non superiore a  $2,3 \text{ m}^2$  o, in caso di vetrate di trasmittanza termica  $U_g \leq 1,9 / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , a tutte le dimensioni;
  - la trasmittanza termica del serramento di dimensioni  $1480 \times 2180$  mm può essere estesa ai serramenti con lo stesso o minore numero di ante di area complessiva superiore a  $2,3 \text{ m}^2$ .

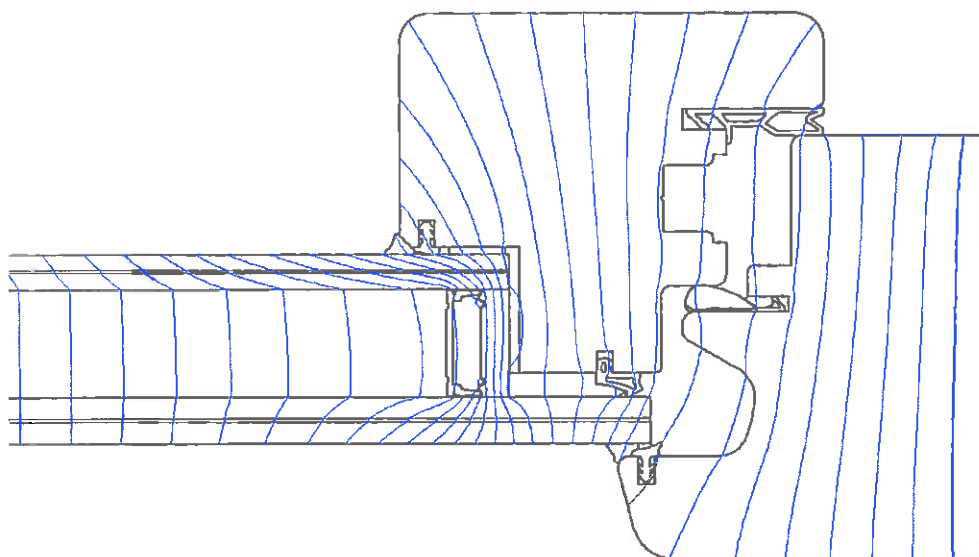
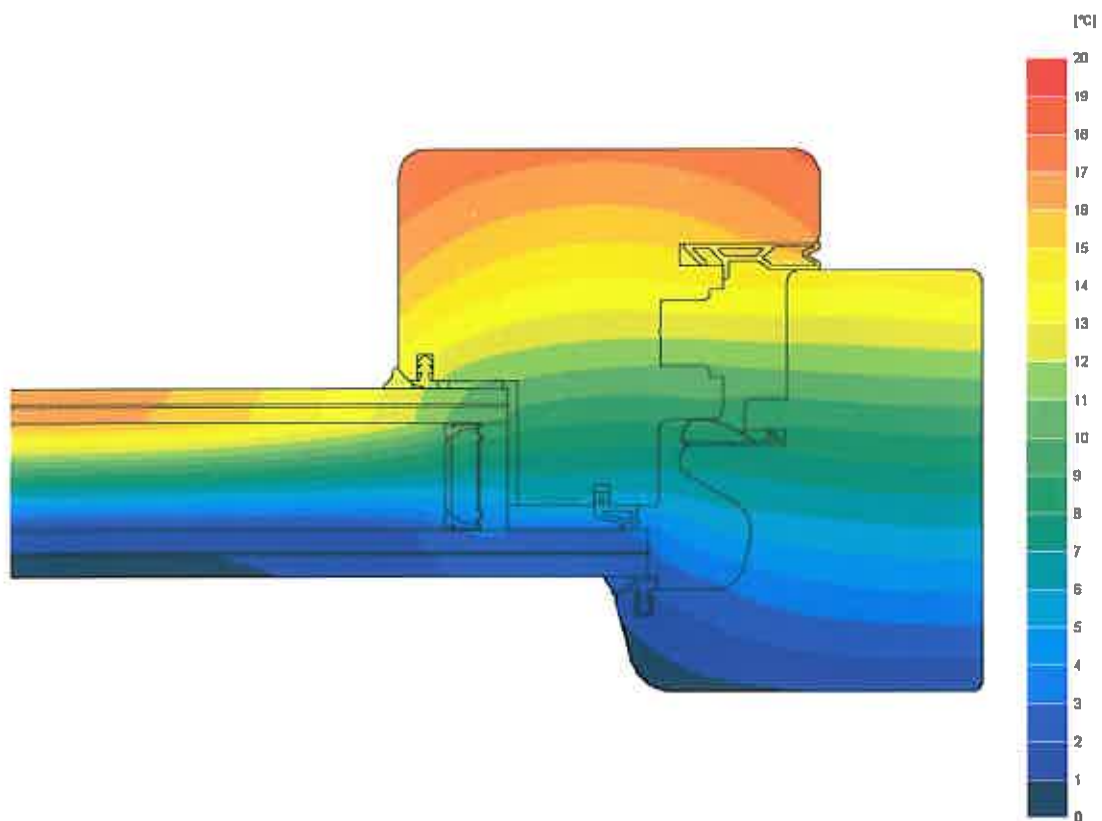
Nel caso sia necessario valutare in maniera dettagliata la dispersione termica di uno specifico edificio, la norma UNI EN 14351-1:2006 prescrive di valutare la trasmittanza termica del serramento nelle sue dimensioni effettive. A tal fine possono essere impiegate le formule riportate nella presente relazione di calcolo o nella norma UNI EN ISO 10077-1:2007 al paragrafo 5.1.1.



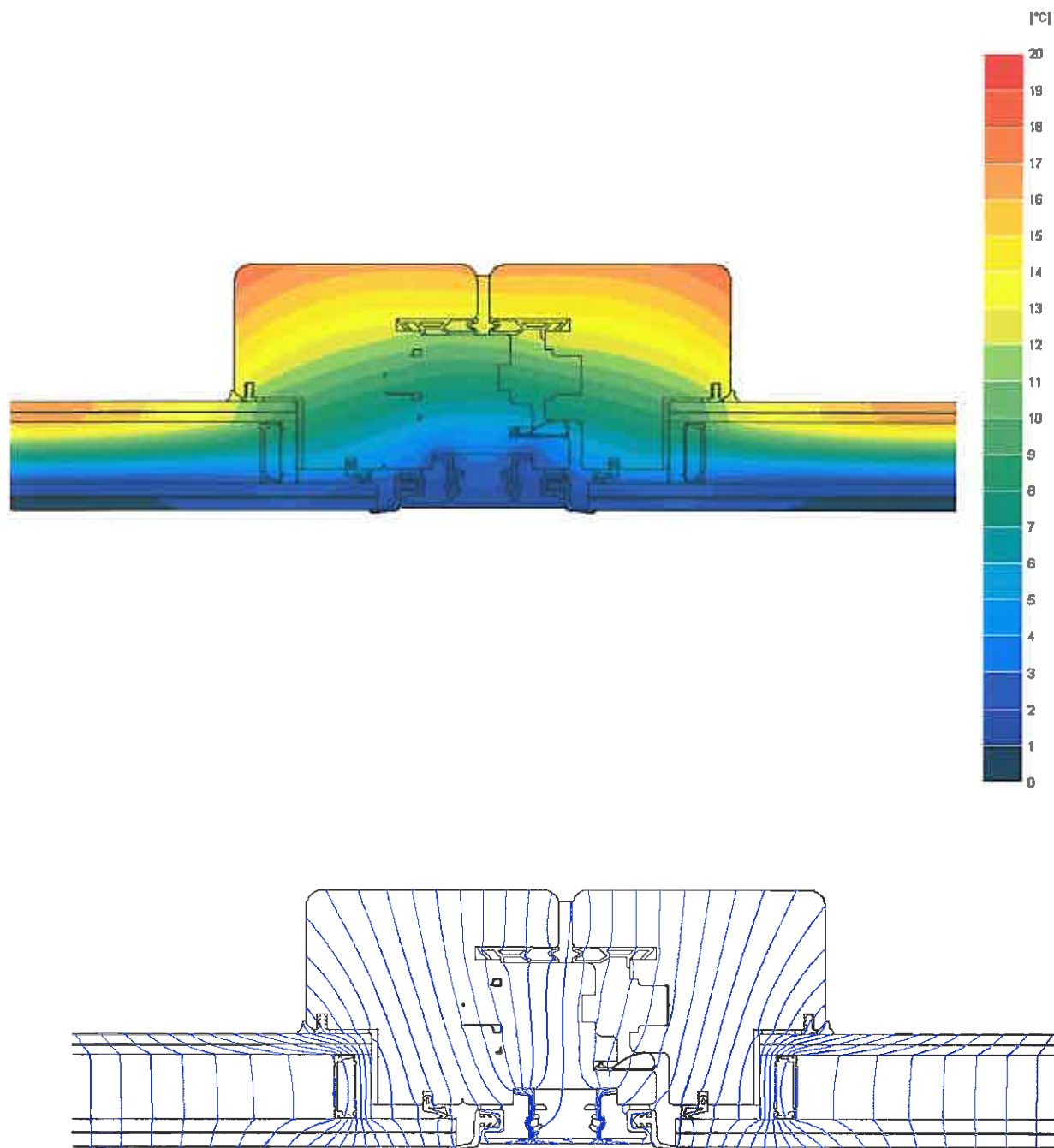
**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO PER LE SEZIONI ESAMINATE**  
(telaio in legno duro)  
**SEZIONE INFERIORE PORTAFINESTRA**



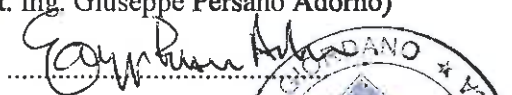
**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO PER LE SEZIONI ESAMINATE**  
(telaio in legno duro)  
**SEZIONE LATERALE E SUPERIORE**  
**FINESTRA E PORTAFINESTRA**



**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO PER LE SEZIONI ESAMINATE**  
(telaio in legno duro)  
**SEZIONE CENTRALE SERRAMENTO A DUE ANTE**



Il Direttore Tecnico  
della sezione CPD  
(Dott. Ing. Giuseppe Persano Adorno)



Il Responsabile  
Tecnico  
(Dott. Floriano Tamanti)



Il Responsabile del Laboratorio  
di Fisica Tecnica  
(Dott. Ing. Vincenzo Iommi)



Il Presidente o  
l'Amministratore Delegato



