

RAPPORTO DI PROVA N. 338260/10253/CPR

**emesso da Istituto Giordano in qualità di laboratorio di prova notificato (n. 0407)
ai sensi del Regolamento 305/2011/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 09/03/2011**

Luogo e data di emissione: Bellaria-Igea Marina - Italia, 30/11/2016

Committente: TO.MA. S.p.A. - Strada Statale 275 Maglie-Leuca, km 2.900 - 73036 MURO LECCESE
(LE) - Italia

Data della richiesta della prova: 05/07/2016

Numero e data della commessa: 70476, 06/07/2016

Data del ricevimento della documentazione tecnica: 08/07/2016 e 16/09/2016

Data dell'esecuzione della prova: dal 16/09/2016 al 29/09/2016

Oggetto della prova: calcolo della trasmittanza termica secondo le norme UNI EN ISO 10077-1:2007/EC 1-2010/EC 2-2012 e UNI EN ISO 10077-2:2012/EC 1-2012 di serramenti con profili legno e alluminio, con riferimento alla norma armonizzata UNI EN 14351-1:2010

Luogo della prova: Istituto Giordano S.p.A. - Blocco 2 - Via Rossini, 2 - 47814 Bellaria-Igea Marina (RN) - Italia

Provenienza della documentazione tecnica: fornita dal Committente

Denominazione dell'oggetto in esame*.

L'oggetto del calcolo è denominato "STARTHERMIC".



(*) secondo le dichiarazioni del Committente.

LAB N° 0021

Comp. AV
Revis. CC

Il presente rapporto di prova è composto da n. 19 fogli.

Foglio
n. 1 di 19

Descrizione dell'oggetto in esame*.

L'oggetto del calcolo è costituito da finestre e portafinestre con profili in legno e alluminio con taglio termico realizzato con barrette di poliammide.

I telai possono essere prodotti con diverse essenze di legno come di seguito indicato:

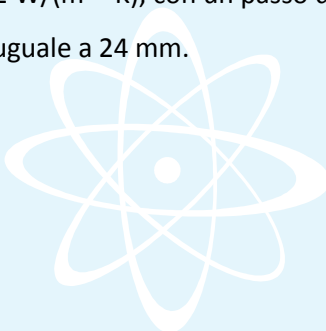
- telai in legno duro (densità 700 kg/m^3);
- telai in legno tenero (densità 500 kg/m^3);
- telai in legno di abete (densità 450 kg/m^3).

Le tipologie di serramenti prese in esame sono le seguenti:

- finestra a una e due ante, dimensioni esterne del telaio standard: $1230 \text{ mm} \times 1480 \text{ mm}$;
- portafinestra a una e due ante, dimensioni esterne del telaio standard: $1480 \text{ mm} \times 2180 \text{ mm}$.

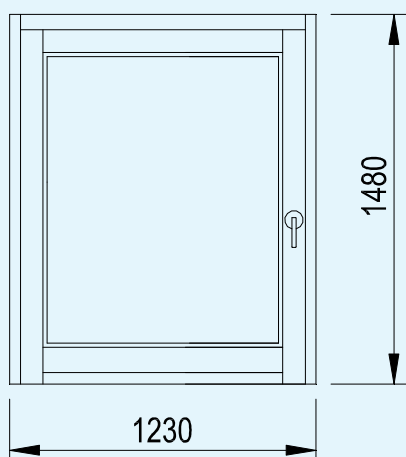
Le vetrate prese in esame hanno le seguenti caratteristiche:

- vetrate isolanti doppie e triple con intercapedine riempita di aria o gas con valori di trasmittanza termica " U_g " compresi nell'intervallo $0,5 \div 2 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$, con un passo di 0,1;
- spessore della vetrata maggiore o uguale a 24 mm.

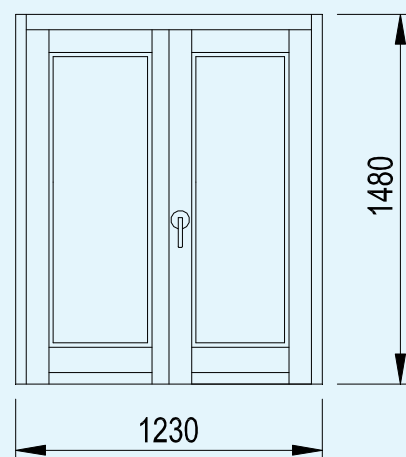


(*) secondo le dichiarazioni del Committente.

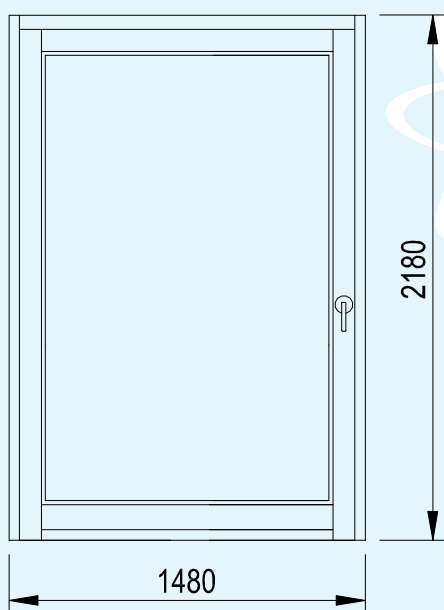
PROSPETTI SCHEMATICI DEI SERRAMENTI ESAMINATI



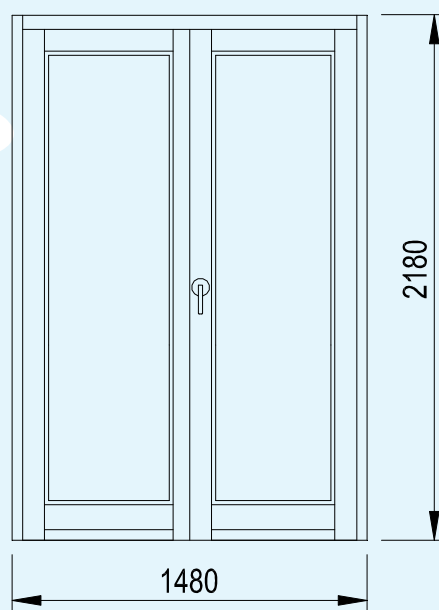
Finestra a un'anta 1230 × 1480.



Finestra a due ante 1230 × 1480.

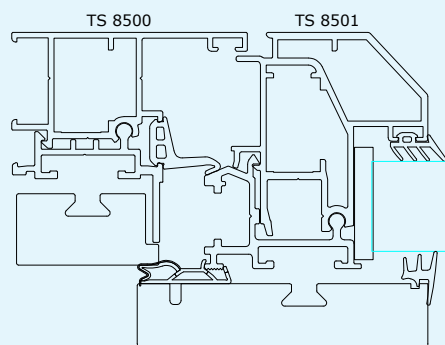


**Portafinestra a un'anta
senza traverso 1480 × 2180.**

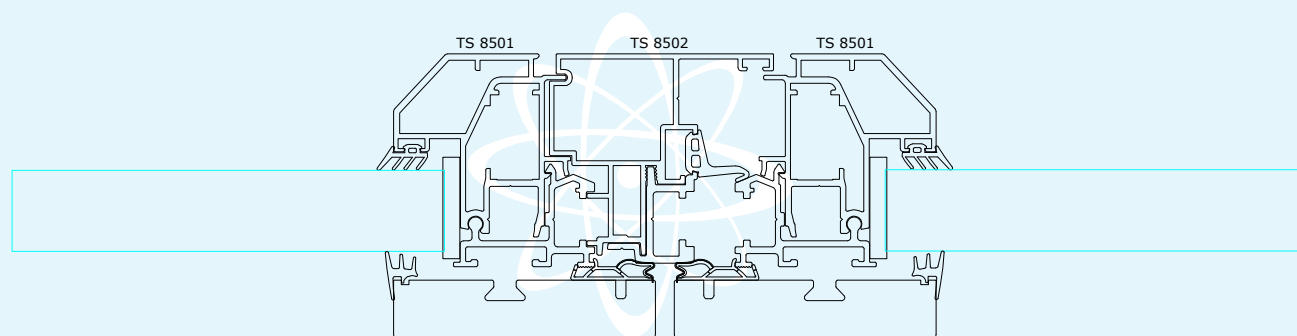


**Portafinestra a due ante
senza traverso 1480 × 2180.**

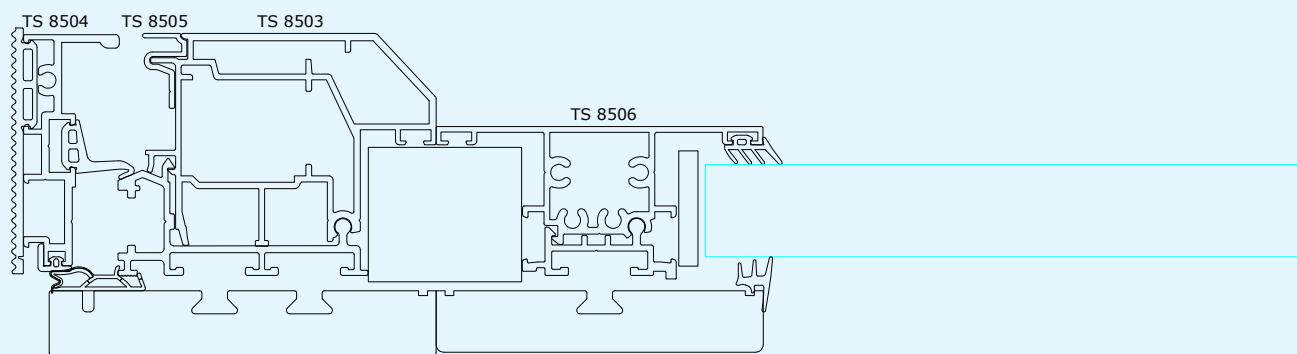
DISEGNI DELLE SEZIONI ESAMINATE



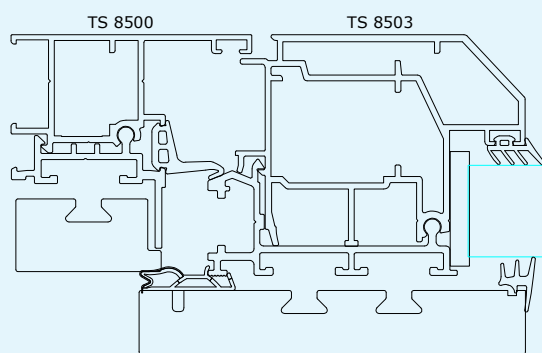
Sezione inferiore, laterale e superiore e finestra.



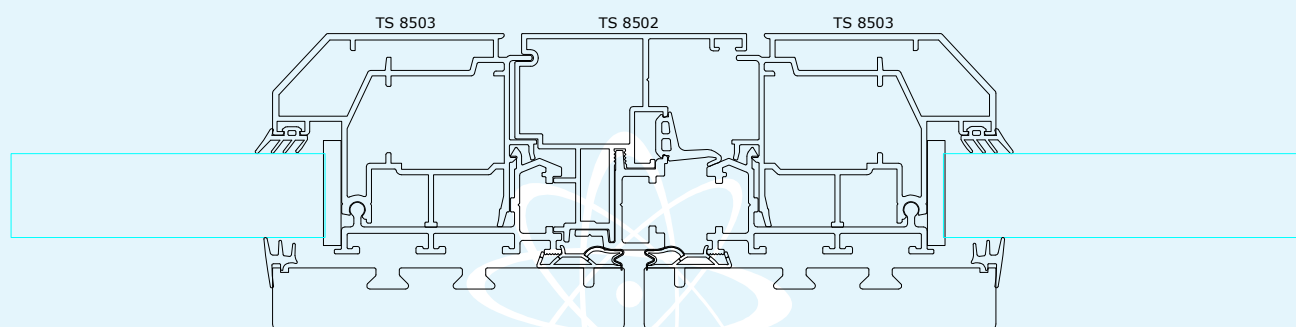
Sezione centrale finestra.



Sezione inferiore portafinestra.



Sezione laterale e superiore portafinestra.



Sezione centrale portafinestra.

Sito produttivo*.

TO.MA. S.p.A. - Strada Statale 275 Maglie-Leuca, km 2.900 - 73036 MURO LECCESE (LE) - Italia.

(*) secondo le dichiarazioni del Committente.

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” con EC 1-2010 ed EC 2-2012;
- UNI EN ISO 10077-2:2012 del 12/04/2012 “Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai” con EC 1-2012;
- UNI EN 14351-1:2010 del 15/04/2010 “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 della prova.

Il calcolo è stato eseguito utilizzando la procedura interna di dettaglio PP072 nella revisione vigente al momento della prova.

Calcolo della trasmittanza termica del telaio.

Il calcolo è stato svolto, sulla base dei disegni forniti dal Committente, utilizzando un programma numerico agli elementi finiti conforme alla norma UNI EN ISO 10077-2, con una discretizzazione triangolare di lato massimo di 5 mm, compresa tra n. 61246 e n.123552 punti. L'analisi è stata effettuata per essenze di legno duro (densità 700 kg/m³), per essenze di legno tenero (densità 500 kg/m³) e per legno di abete (densità 450 kg/m³). 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, assumendo l'emissività dei materiali pari a 0,9. Il valore di trasmittanza termica del telaio “U_f” è stato calcolato con pannello isolante di conduttività termica $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ inserito al posto della vetrata isolante, come previsto all'appendice C della norma UNI EN ISO 10077-2. Il valore di trasmittanza termica del telaio “U_f”, espresso in W/(m² · K), è stato quindi determinato tramite la formula di seguito riportata:

$$U_f = \frac{L_f^{2D} - U_p b_p}{b_f}$$

dove: L_f^{2D} = conduttanza termica della sezione, espressa in W/(m · K);

U_p = trasmittanza termica del pannello isolante, espressa in W/(m² · K);

b_p = minima larghezza visibile del pannello in proiezione prospettica, espressa in m;

b_f = massima larghezza del telaio in proiezione prospettica, espressa in m.

Tale valore non comprende il flusso termico addizionale dovuto all'interazione tra il bordo della vetrata (compreso il distanziatore) ed il telaio. Quest'ultimo contributo è rappresentato dal valore di trasmittanza termica lineare " Ψ_g ", che viene incluso nel calcolo della trasmittanza termica dei serramenti assegnando ad esso i valori riportati al paragrafo successivo.

Calcolo della trasmittanza termica dei serramenti.

Il valore di trasmittanza termica dei serramenti è stato calcolato per i serramenti aventi le dimensioni prescritte all'appendice E della norma UNI EN 14351-1, impiegando i dati riportati al paragrafo successivo. Il flusso termico dovuto all'interazione tra il bordo della vetrata (compreso il distanziatore) ed il telaio viene tenuto in considerazione nel calcolo della trasmittanza termica dei serramenti tramite il contributo della trasmittanza termica lineare " Ψ_g ". I valori di questo parametro, utilizzati per il calcolo, vengono riportati al paragrafo successivo.

La trasmittanza termica " U_w " dei serramenti è stata calcolata utilizzando la seguente formula:

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

dove: A_g = area visibile dell'elemento vetrato, espressa in m²;

A_f = 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 m².

l_g = lunghezza del telaio, valutata lungo il perimetro dell'elemento vetrato, espressa in m.

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

		Valore	Fonte dei dati
Temperature	Temperatura esterna	0 °C	UNI EN ISO 10077-2, paragrafo 5.3
	Temperatura interna	20 °C	
Resistenze termiche superficiali	Resistenza termica superficiale esterna " R_{se} "	0,04 m ² · K/W	UNI EN ISO 10077-2, tabella B.1
	Resistenza termica superficiale interna per superfici con fattore di vista normale " R_{si} "	0,13 m ² · K/W	
	Resistenza termica superficiale interna per superfici con fattore di vista ridotto	0,20 m ² · K/W	
Caratteristiche del telaio impiegate per il calcolo del parametro "U_f"	Conduttività termica del legno duro	0,18 W/(m · K)	UNI EN ISO 10077-2, tabella A.1, A.3
	Conduttività termica del legno tenero	0,13 W/(m · K)	
	Conduttività termica legno abete	0,11 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 del PVC rigido	0,17 W/(m · K)	
	Conduttività termica del polietilene	0,039 W/(m · K)	UNI 10351*, prospetto 2
	Spessore totale del pannello isolante inserito al posto della vetrata " d_p "	24 mm	Dati geometrici ricavati dal disegno fornito dal Committente
Caratteristiche del distanziatore impiegate per il calcolo del parametro "U_w"	Trasmittanza termica lineare " Ψ_g " del distanziatore	0,045 W/(m · K)	Scheda tecnica fornita dal Committente

(*) UNI 10351:2015 del 25/06/2015 "Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto".

Dati per la determinazione della trasmittanza termica dei serramenti.

Le dimensioni dei serramenti esaminati sono le seguenti:

Tipologia di serramento	Finestra a un'anta 1230 × 1480	Finestra a due ante 1230 × 1480
Larghezza	1,23 m	1,23 m
Altezza	1,48 m	1,48 m
Superficie totale " A_w "*	1,82 m ²	1,82 m ²
Area visibile dell'elemento vetrato " ΣA_g "	1,27 m ²	1,06 m ²

Tipologia di serramento	Portafinestra a un'anta senza traverso 1480 × 2180	Portafinestra a due ante senza traverso 1480 × 2180
Larghezza	1,480 m	1,480 m
Altezza	2,180 m	2,180 m
Superficie totale " A_w "*	3,226 m ²	3,226 m ²
Area visibile dell'elemento vetrato " ΣA_g "	2,240 m ²	1,855 m ²

(*) 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:

Sezione	Larghezza di riferimento " b_f " [mm]	Superficie del telaio " A_f "		Lunghezza lungo l'elemento vetrato " l_g "	
		Finestra a un'anta 1230 × 1480 [m ²]	Finestra a due ante 1230 × 1480 [m ²]	Finestra a un'anta 1230 × 1480 [m]	Finestra a due ante 1230 × 1480 [m]
Inferiore finestra	111	0,124	0,115	1,01	0,85
Laterale finestra	111	0,304	0,304	2,52	2,52
Centrale finestra	161	-	0,221	-	2,52
Superiore finestra	111	0,124	0,115	1,01	0,85

Sezione	Larghezza di riferimento "b _f "	Superficie del telaio "A _f "		Lunghezza lungo l'elemento vetrato "l _g "	
		Portafinestra a un'anta senza traverso 1480 × 2180 [m ²]	Portafinestra a due ante senza traverso 1480 × 2180 [m ²]	Portafinestra a un'anta senza traverso 1480 × 2180 [m]	Portafinestra a due ante senza traverso 1480 × 2180 [m]
Inferiore portafinestra	196	0,264	0,243	1,21	1,00
Laterale portafinestra	135	0,542	0,542	3,70	3,70
Centrale portafinestra	208	-	0,419	-	3,70
Superiore portafinestra	135	0,181	0,167	1,21	1,00

Il valore di trasmittanza termica lineare " Ψ_g " dovuta all'interazione tra il bordo della vetrata (compreso il distanziatore) ed il telaio, utilizzata per il calcolo, è stato fornito dal Committente ed è pari a 0,045 W/(m · K).

Risultati della prova.**Trasmittanza termica del telaio.**

I valori di trasmittanza termica del telaio, comprensivo delle parti fissa e mobile, (riferita alle larghezze riportate in tabella), calcolati secondo la norma UNI EN ISO 10077-2 risultano:

Sezione	Larghezza di riferimento "b _f " [mm]	Trasmittanza termica (telaio in legno duro) "U _f " [W/(m ² · K)]	Trasmittanza termica (telaio in legno tenero) "U _f " [W/(m ² · K)]	Trasmittanza termica (telaio in legno di abete) "U _f " [W/(m ² · K)]
Inferiore finestra	111	2,17	2,03	1,95
Inferiore portafinestra	196	2,17	2,03	1,95
Laterale finestra	111	2,17	2,03	1,95
Laterale portafinestra	135	2,24	2,09	2,01
Centrale finestra	161	2,27	2,11	2,02
Centrale portafinestra	208	2,32	2,15	2,05
Superiore finestra	111	2,17	2,03	1,95
Superiore portafinestra	135	2,24	2,09	2,01

Trasmittanza termica dei serramenti.

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

Trasmittanza termica della vetrata “ U_g ” [W/(m ² · K)]	TRASMITTANZA TERMICA “ U_w ” DEI SERRAMENTI					
	Finestra a un'anta 1230 × 1480			Finestra a due ante 1230 × 1480		
	con telaio in legno duro [W/(m ² · K)]	con telaio in legno tenero [W/(m ² · K)]	con telaio in legno di abete [W/(m ² · K)]	con telaio in legno duro [W/(m ² · K)]	con telaio in legno tenero [W/(m ² · K)]	con telaio in legno di abete [W/(m ² · K)]
0,5	1,1	1,1	1,1	1,4	1,3	1,3
0,6	1,2	1,1	1,1	1,4	1,4	1,3
0,7	1,3	1,2	1,2	1,5	1,4	1,4
0,8	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	1,5
0,9	1,4	1,4	1,3	1,6	1,5	1,5
1,0	1,5	1,4	1,4	1,7	1,6	1,6
1,1	1,5	1,5	1,5	1,7	1,7	1,6
1,2	1,6	1,6	1,5	1,8	1,7	1,7
1,3	1,7	1,6	1,6	1,8	1,8	1,7
1,4	1,7	1,7	1,7	1,9	1,8	1,8
1,5	1,8	1,8	1,7	2,0	1,9	1,9
1,6	1,9	1,8	1,8	2,0	2,0	1,9
1,7	2,0	1,9	1,9	2,1	2,0	2,0
1,8	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,0
1,9	2,1	2,1	2,0	2,2	2,1	2,1
2,0	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2

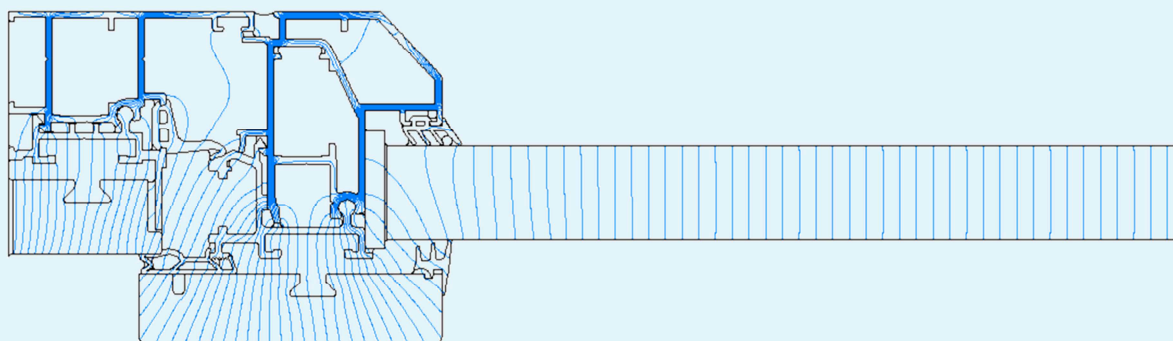
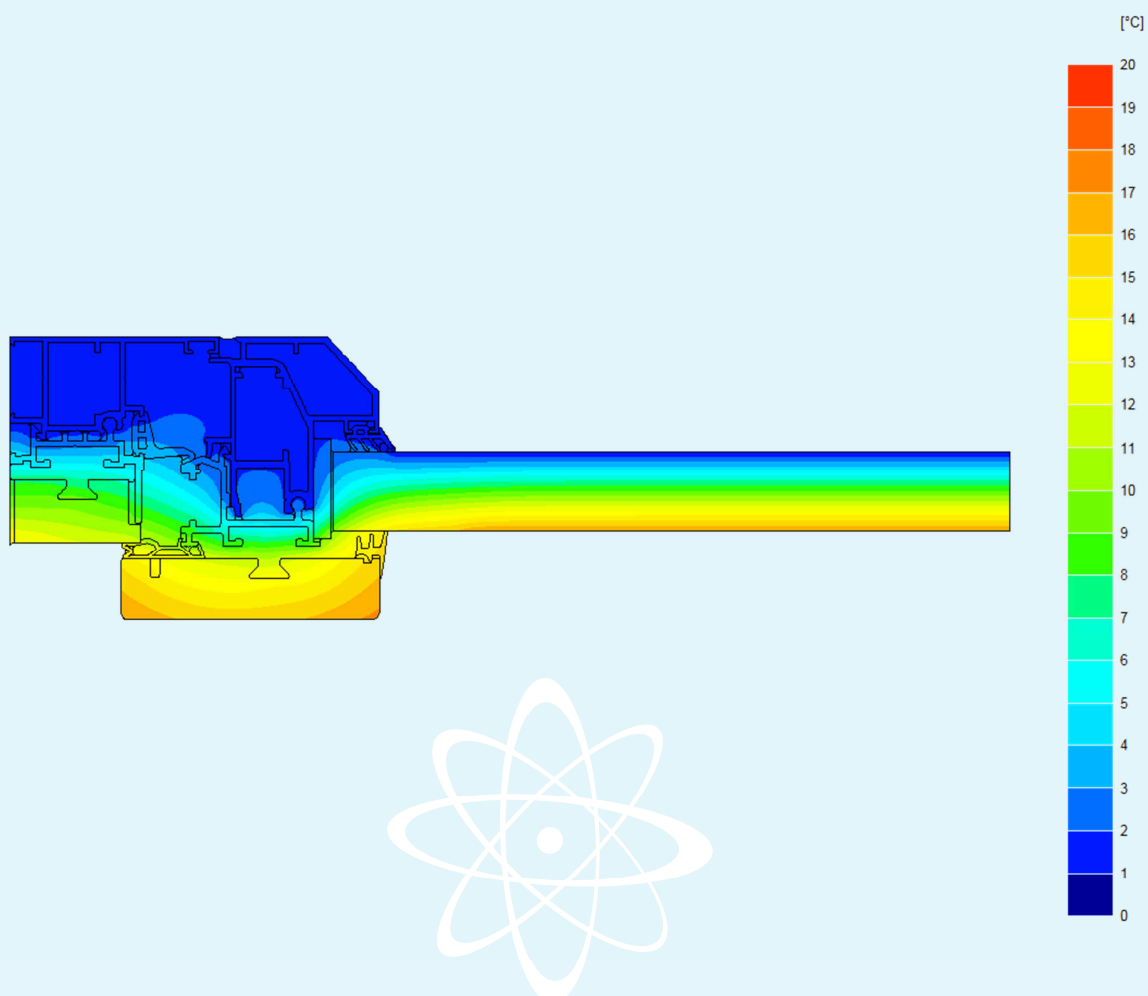
Trasmittanza termica della vetrata “U _g ” [W/(m ² · K)]	TRASMITTANZA TERMICA “U _w ” DEI SERRAMENTI					
	Porta-finestra a un'anta senza traverso 1480 × 2180			Porta-finestra a due ante senza traverso 1480 × 2180		
	con telaio in legno duro [W/(m ² · K)]	con telaio in legno tenero [W/(m ² · K)]	con telaio in legno di abete [W/(m ² · K)]	con telaio in legno duro [W/(m ² · K)]	con telaio in legno tenero [W/(m ² · K)]	con telaio in legno di abete [W/(m ² · K)]
0,5	1,1	1,1	1,0	1,4	1,3	1,3
0,6	1,2	1,1	1,1	1,4	1,4	1,3
0,7	1,3	1,2	1,2	1,5	1,4	1,4
0,8	1,3	1,3	1,2	1,5	1,5	1,4
0,9	1,4	1,3	1,3	1,6	1,5	1,5
1,0	1,5	1,4	1,4	1,7	1,6	1,6
1,1	1,5	1,5	1,5	1,7	1,7	1,6
1,2	1,6	1,6	1,5	1,8	1,7	1,7
1,3	1,7	1,6	1,6	1,8	1,8	1,7
1,4	1,7	1,7	1,7	1,9	1,8	1,8
1,5	1,8	1,8	1,7	2,0	1,9	1,8
1,6	1,9	1,8	1,8	2,0	1,9	1,9
1,7	1,9	1,9	1,9	2,1	2,0	2,0
1,8	2,0	2,0	1,9	2,1	2,1	2,0
1,9	2,1	2,0	2,0	2,2	2,1	2,1
2,0	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,1

Note:

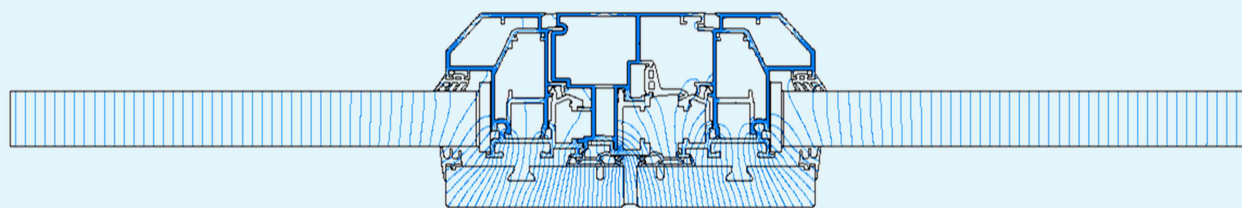
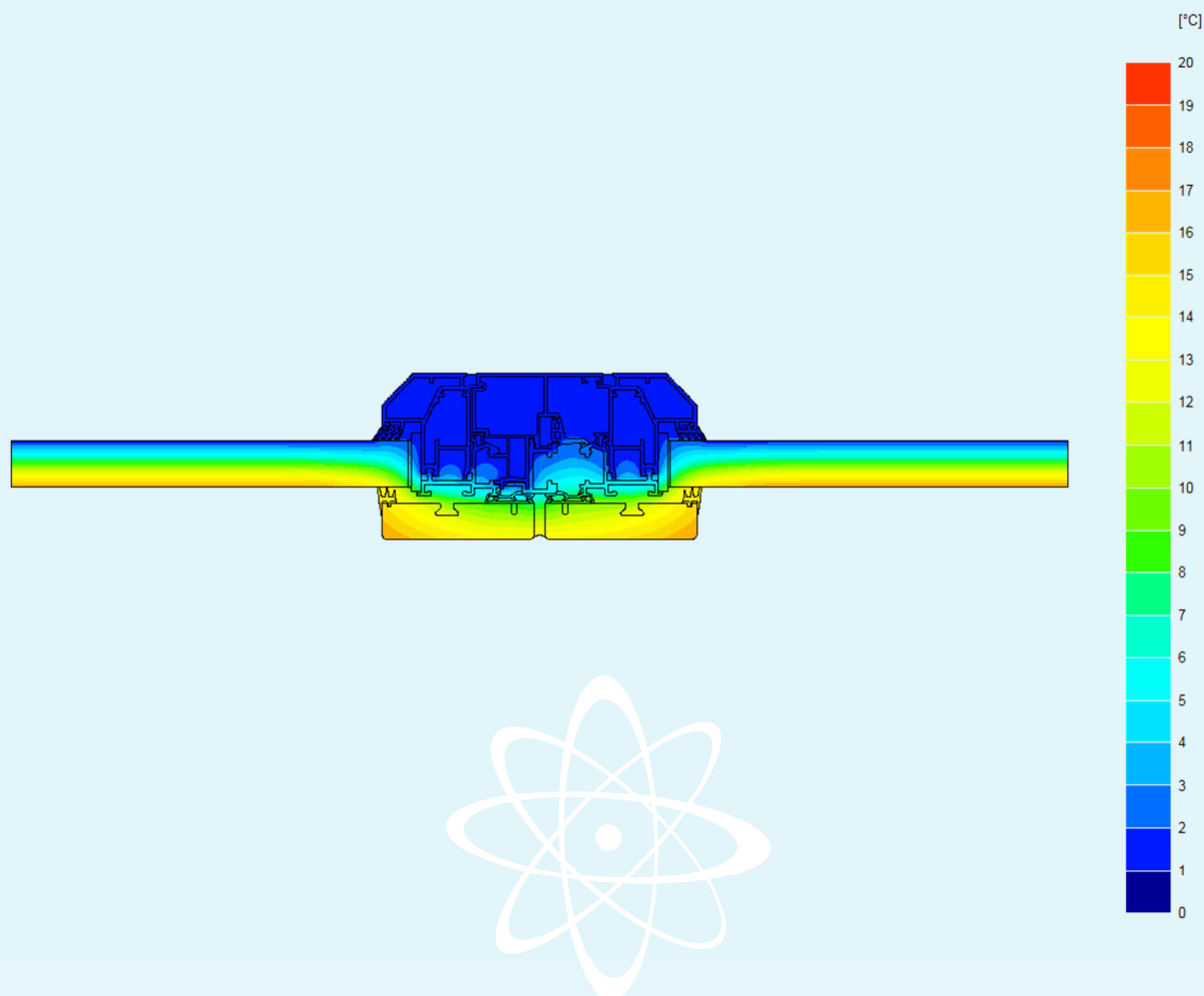
- 1) la trasmittanza termica " U_g " rappresenta la trasmittanza termica della parte centrale della vetrata, determinata in accordo alla norma UNI EN 673:2011 del 10/03/2011 "Vetro per edilizia - Determinazione della trasmittanza termica (valore U) - Metodo di calcolo" o alla norma UNI EN 674:2011 del 14/07/2011 "Vetro per edilizia - Determinazione della trasmittanza termica (valore U) - Metodo della piastra calda con anello di guardia". Essa dipende dalla composizione della vetrata installata nei serramenti (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 valori di trasmittanza termica lineare dovuta al distanziatore pari a $0,045 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ e sono applicabili a vetrate isolanti di spessore superiore o uguale a 24 mm;
- 3) i valori di trasmittanza termica riportati nelle precedenti tabelle sono stati valutati per le dimensioni dei serramenti sopra descritte, che corrispondono alle dimensioni standard contenute nella tabella E.1 della norma UNI EN 14351-1. Il valore valutato nelle dimensioni standard può essere impiegato dal Committente per la dichiarazione della trasmittanza termica di tutte le dimensioni di serramenti prodotte, come prescritto dalla norma UNI EN 14351-1:
 - la trasmittanza termica del serramento di dimensioni $1230 \text{ mm} \times 1480 \text{ mm}$ può essere estesa ai serramenti 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 $1480 \text{ mm} \times 2180 \text{ mm}$ può essere estesa ai serramenti di area complessiva superiore a $2,3 \text{ m}^2$;
- 4) nel caso sia necessario valutare in maniera dettagliata la dispersione termica di uno specifico edificio, la norma UNI EN 14351-1 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 al paragrafo 5.1.1;
- 5) i valori valutati nelle dimensioni definite dal Committente devono essere accompagnati dalle dimensioni impiegate per il calcolo.

ISOTERME E LINEE DI FLUSSO
(telaio in legno duro)
SEZIONE INFERIORE, LATERALE E SUPERIORE
FINESTRA

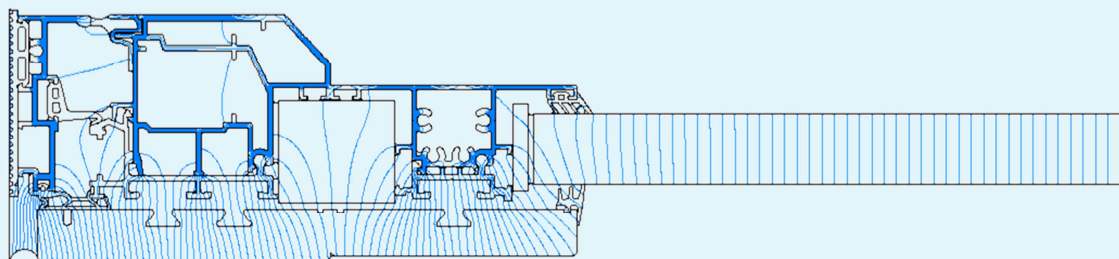
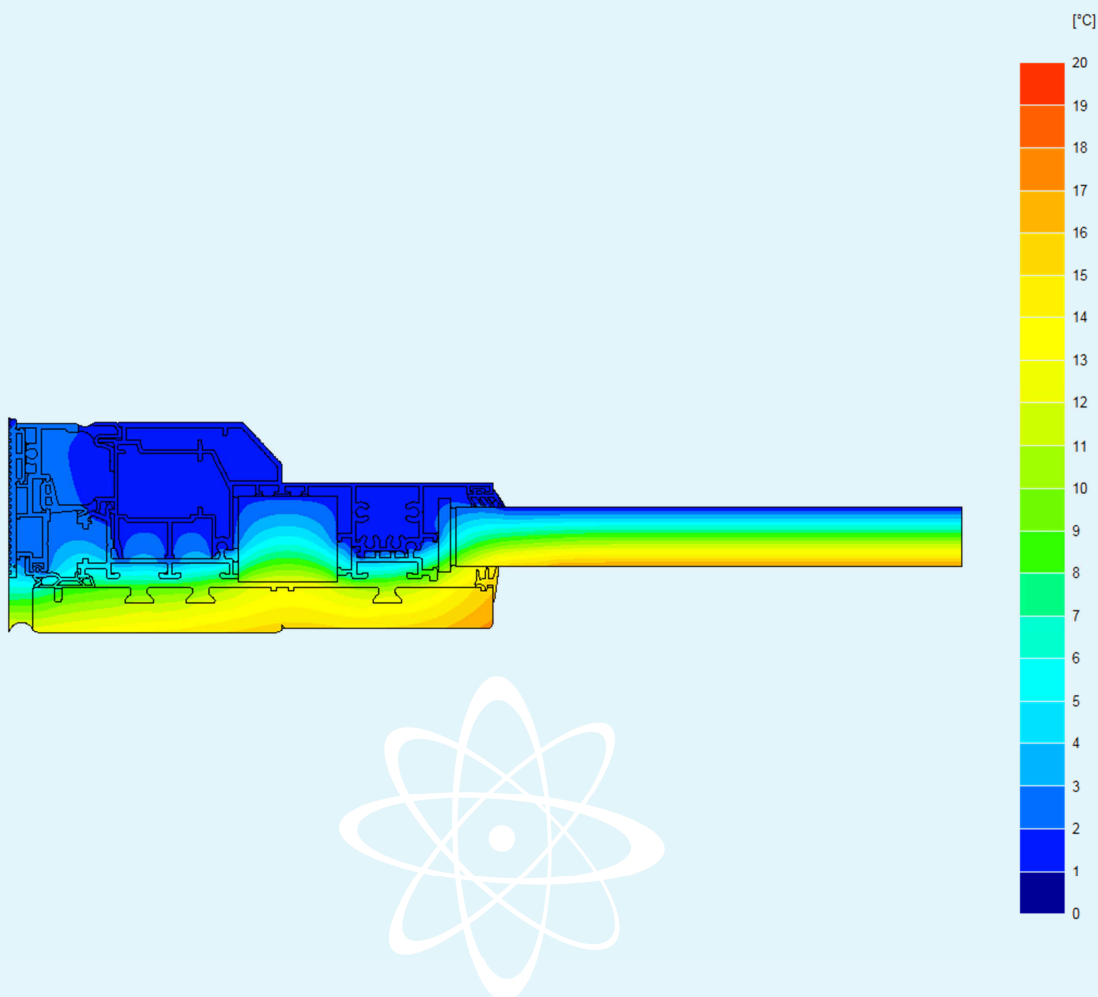
LAB N° 0021



LAB N° 0021

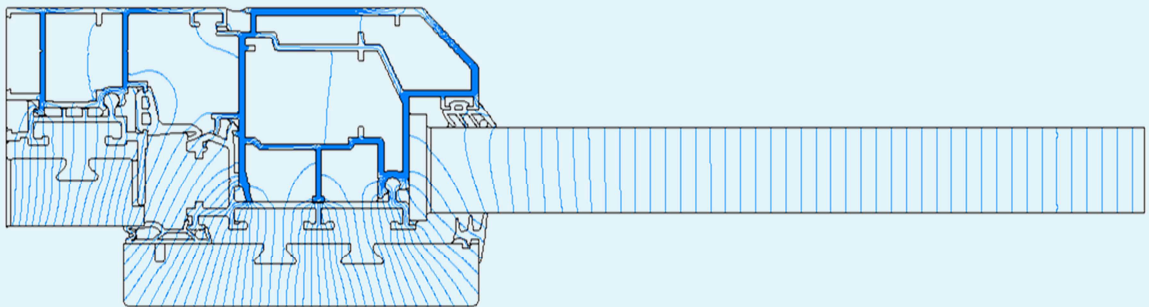
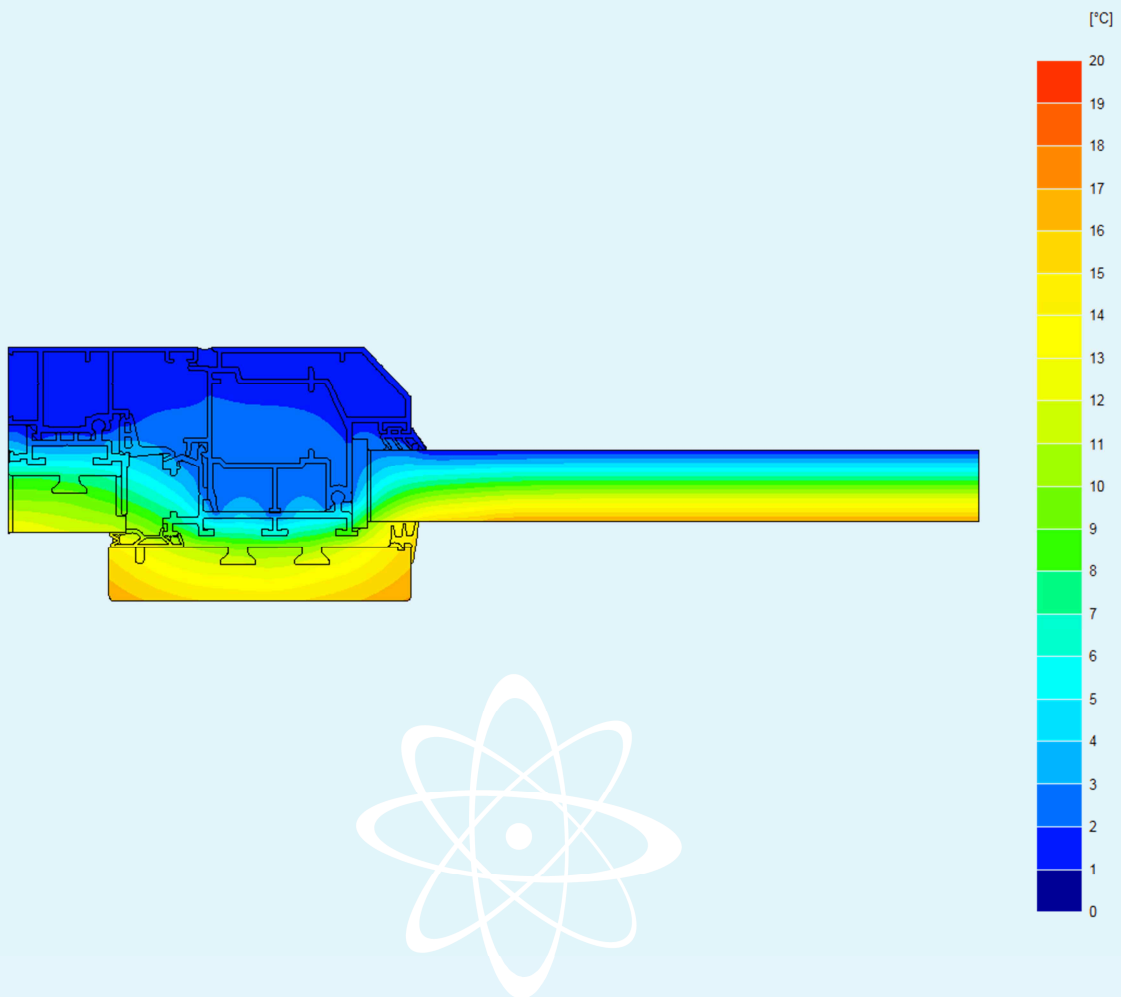


LAB N° 0021

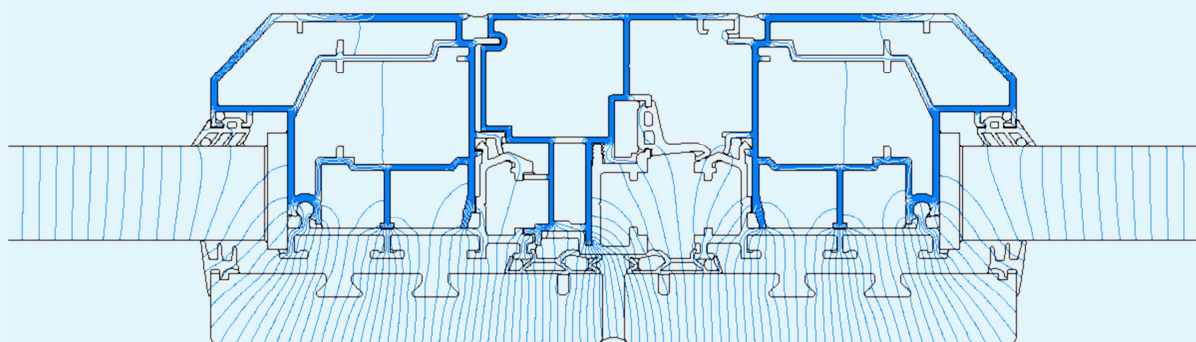
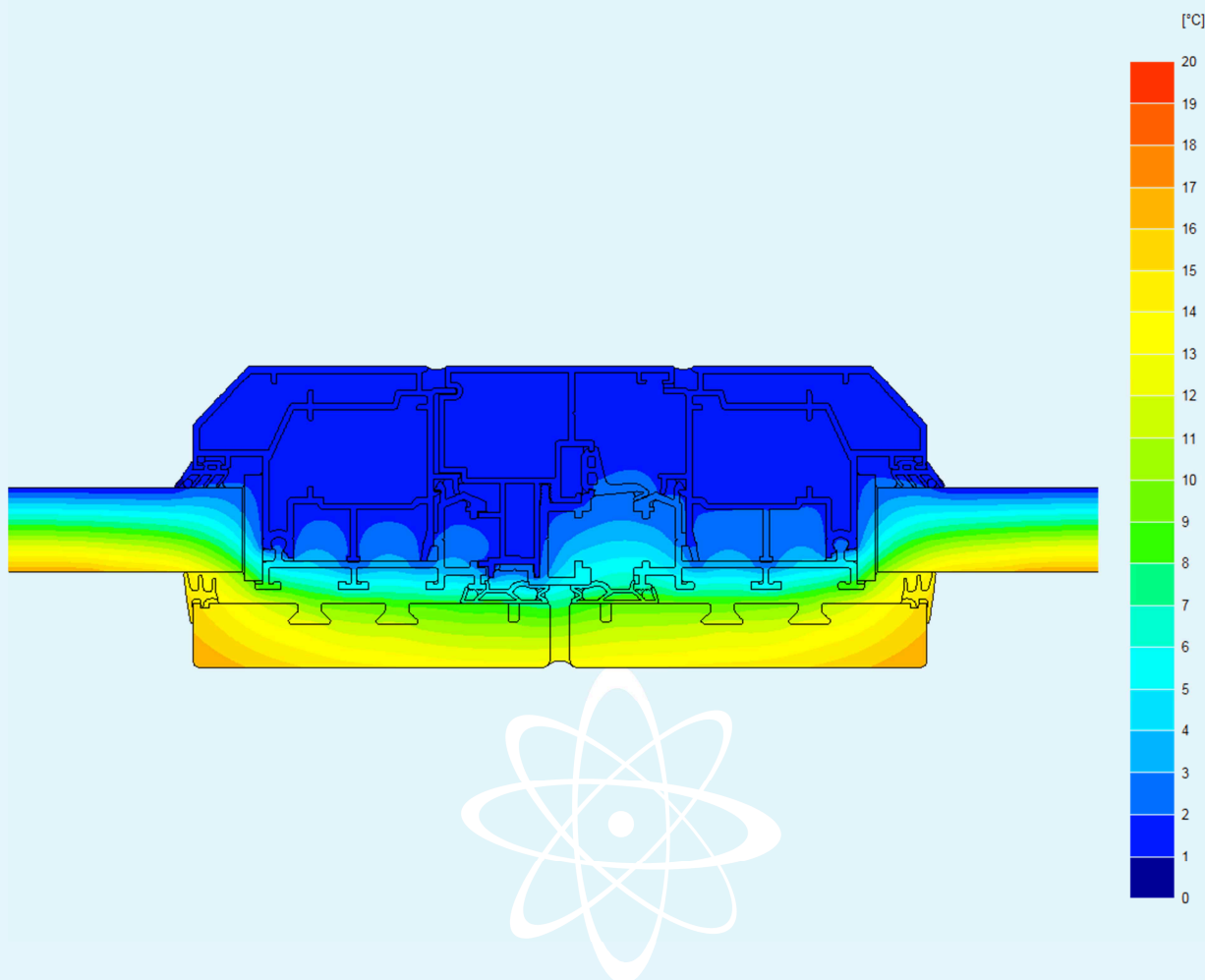


**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO
(telaio in legno duro)
SEZIONE LATERALE E SUPERIORE
PORTAFINESTRA**

LAB N° 0021



LAB N° 0021



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

Giuseppe Persano Adorno

Il Responsabile
Tecnico di Prova
(Ing. Corrado Colagiacomo)

Corrado Colagiacomo

Il Responsabile del Laboratorio
di Trasmissione del Calore
(Dott. Floriano Tamanti)

Floriano Tamanti

L'Amministratore Delegato
(Dott. Arch. Sara Lorenza Giordano)

Sara Lorenza Giordano

Firmato digitalmente da GIORDANO SARA LORENZA