



IRCCOS S.r.l.

Istituto di Ricerca e Certificazione per le Costruzioni Sostenibili

Organismo Notificato n. 1994 ai sensi del Regolamento CPR (UE) n.305/2011

RAPPORTO DI PROVA

Numero:

1994-CPR-RP1942

Data del rilascio:

3 Dicembre 2019

Richiedente:

TO.MA. S.p.a.

**S.S. 275 Maglie-Leuca km 2,9
73036 Muro Leccese (LE)**

Prodotto sottoposto a prova:

**Finestra a due ante a battente,
appartenente alla serie commercialmente denominata
“TIERRE 640 TH”
(cfr. descrizione)**

Prove eseguite:

Calcolo della trasmittanza termica

Riferimenti normativi:

EN 14351-1:2006+A2:2016

EN ISO 10077-1:2017

EN ISO 10077-2:2017

Questo Rapporto è composto da 9 pagine, compresi gli eventuali allegati, e può essere riprodotto solo integralmente, ogni riproduzione parziale deve essere autorizzata per iscritto da IRCCOS.

I risultati presenti nel Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente agli oggetti sottoposti a prova e identificati nel presente Rapporto di Prova

0 Introduzione

L'analisi eseguita riguarda la caratterizzazione termica di una finestra a due ante a battente, prodotta da TO.MA. S.p.a.. E' stato eseguito il calcolo numerico della trasmittanza termica dei profili del serramento (U_f), sulla base della norma EN ISO 10077-2:2017, e il calcolo della trasmittanza termica del serramento completo (U_w), sulla base delle indicazioni della norma EN ISO 10077-1:2017.

Per il calcolo della trasmittanza U_w del serramento è stata considerata la trasmittanza termica della parte trasparente (U_g).

1 Descrizione dei campioni sottoposti a prova

La descrizione e i disegni tecnici di seguito riportati, riferiti ai campioni sottoposti a prova, sono stati dichiarati e forniti dal richiedente sotto la propria responsabilità.

Il campione sottoposto a prova è una finestra a due ante a battente appartenente alla serie commercialmente denominata "**TIERRE 640 TH**".

- Tipologia: serramento a due ante a battente.
- Materiale: alluminio lega EN-AW6060 (EN 573-3 e EN 755-2), stato T5 (UNI EN 515).
- Profilati:
 - profili art. TT 2401 e art. TT 2602 (che costituiscono l'assemblato art. TR 6402),
 - profili art. TT 2429 e art. TT 2606 (che costituiscono l'assemblato art. TR 6457),
 - profili art. TT 2404 e art. TT 2605 (che costituiscono l'assemblato art. TR 6409),
 il tutto prodotto dalla ditta TO.MA. S.p.A., Muro Leccese (LE)
- Vetrocamera: vetrocamera stratificato con argon, di spessore 33.1/18/33.1, prodotto dalla ditta AGC Glass Europe.
- Taglio termico:
 - realizzato mediante barrette di poliammide PA 6.6 con fibra di vetro al 25%
da 28 mm
 - art. 3796,
art. 3797,
art. 3798,
 - il tutto prodotto dalla ditta Ensinger Italia S.r.l., Olcella di Busto Garolfo (MI).
- Guarnizioni vetri:
 - guarnizione esterna in EPDM coestruso espanso
prodotta dalla ditta Prical Srl, Recanati (MC); art. Rg 444,
 - guarnizione interna in EPDM
prodotta dalla ditta Complastex S.p.a., Marlia (LU). art. Rg 420,
- Guarnizioni:
 - guarnizione centrale di tenuta, in EPDM coestruso art. Rg 426,
 - angolo vulcanizzato in EPDM per guarnizione centrale Rg 426 art. Rg 430,
 - guarnizione di battuta ante art. Rg 402,
 - guarnizione di battuta riporto centrale art. Rg 331,
 - il tutto prodotto dalla ditta Complastex S.p.a., Marlia (LU);
 - isolatore termico in isolene art. Ra 3933,
art. Ra 3934,
 - prodotto dalla ditta Traflex S.r.l., Casale Litta (VA).
- Dimensioni nominali dichiarate: cfr. disegni tecnici allegati.

In Fig. 1 è riportato il prospetto rappresentativo del serramento preso in esame, mentre in Fig. 2 e **Errore**.
L'origine riferimento non è stata trovata. sono riportate le sezioni dei nodi del campione in esame.

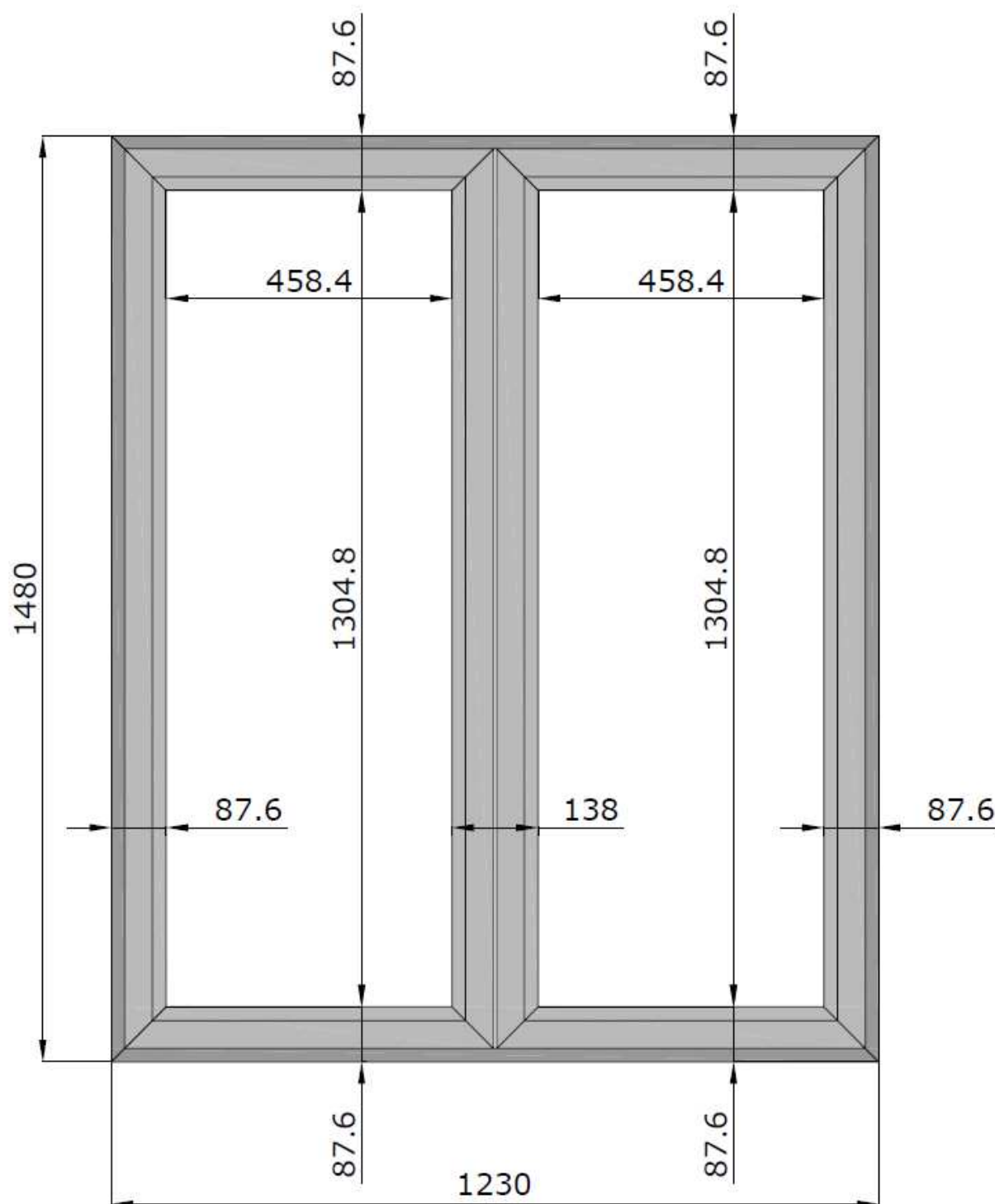


Fig. 1. Prospetto del campione sottoposto a prova
(dimensioni nominali dichiarate, espresse in mm)

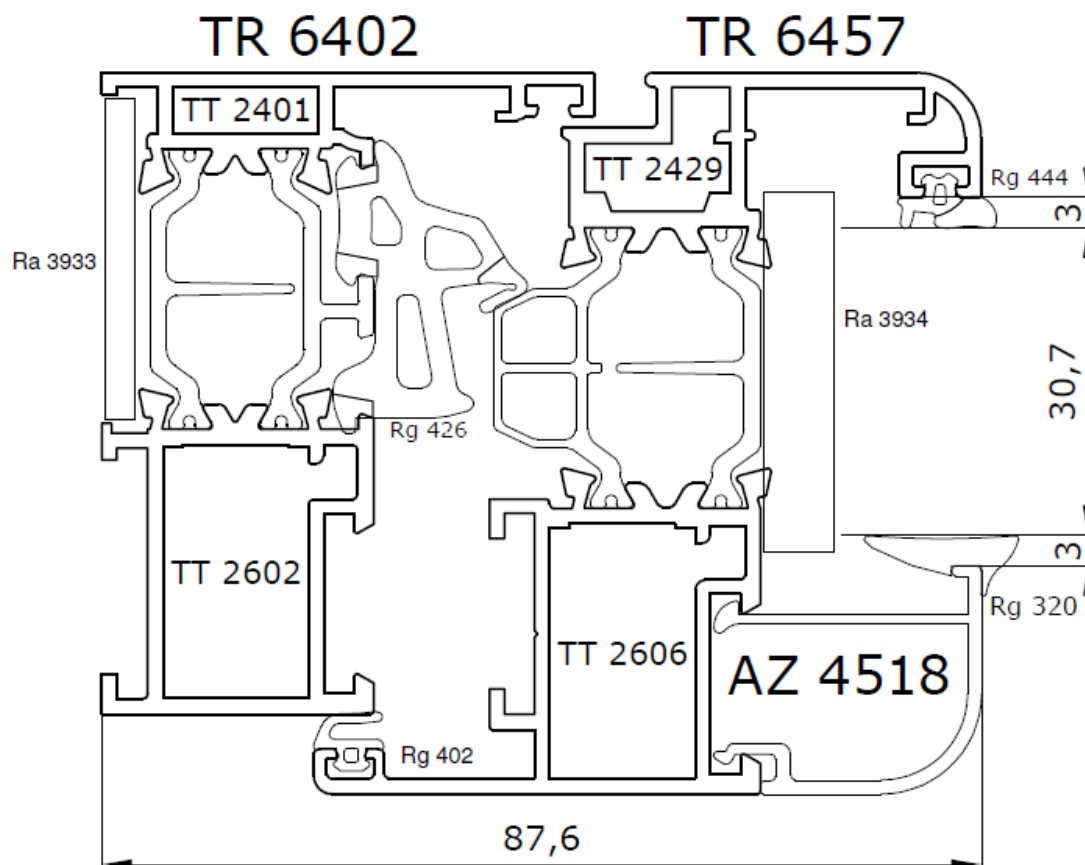


Fig. 2. Sezione del nodo 1 - Nodo Laterale
(dimensioni nominali dichiarate, espresse in mm)

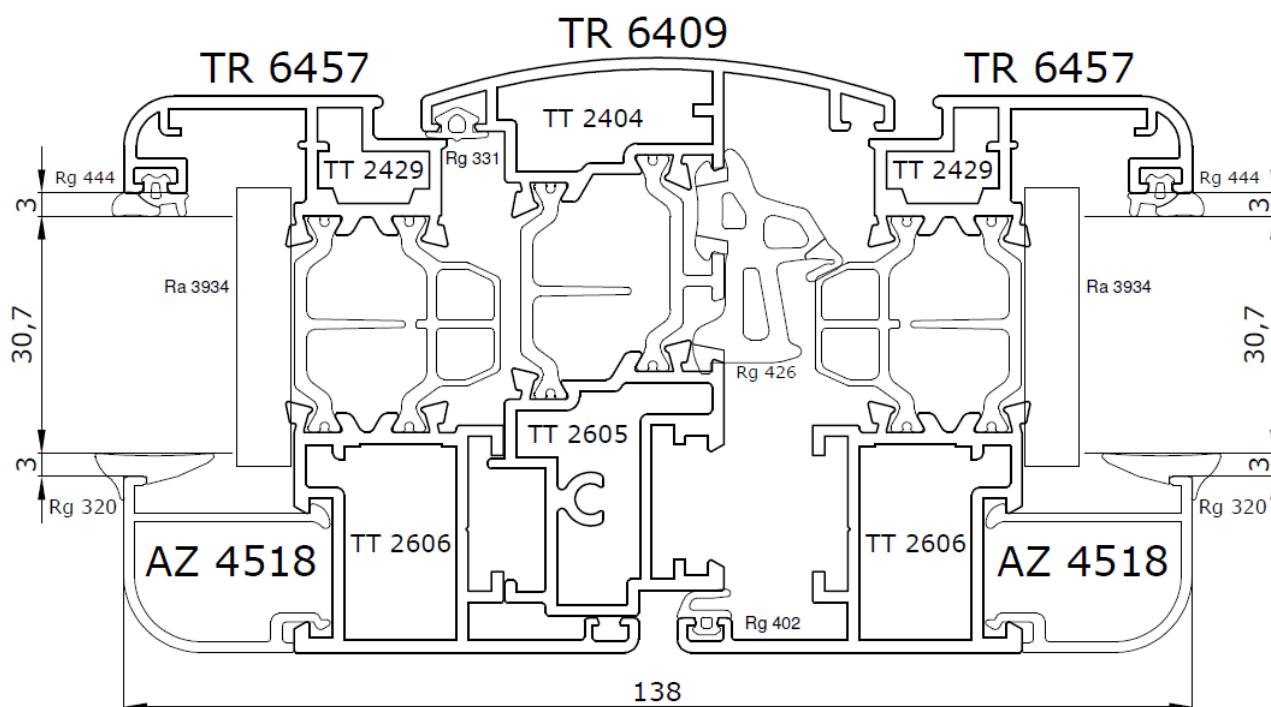


Fig. 3. Sezione del nodo 2 - Nodo Centrale
(dimensioni nominali dichiarate, espresse in mm)

2 Metodologia di analisi utilizzata

2.1 Determinazione della trasmittanza termica del serramento

Il calcolo della trasmittanza termica del serramento (U_w) è stato condotto sulla base di quanto prescritto dalla norma EN ISO 10077-1:2017; in particolare la procedura di calcolo prevede l'applicazione della seguente formula:

$$U_w = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum \psi_g \cdot l_g}{\sum A_g + \sum A_f} \quad (1)$$

dove:

- U_g indica la trasmittanza termica del vetro (W/m^2K);
- U_f indica la trasmittanza termica del telaio del serramento (W/m^2K);
- A_g indica l'area della parte vetrata (m^2);
- A_f indica l'area del telaio del serramento (m^2);
- ψ_g indica la trasmittanza termica lineare fra montante o traverso e vetro (W/mK);
- l_g indica la lunghezza dell'accoppiamento tra montante o traverso e vetro (m).

Il calcolo delle aree, A_g e A_f , e del perimetro, l_g , viene eseguito in base a quanto specificato dalla norma EN ISO 10077-1:2017.

Il valore della trasmittanza termica lineare ψ_g è stato dichiarato dal committente.

2.2 Determinazione della trasmittanza termica dei nodi di telaio

Il calcolo della trasmittanza termica è stato eseguito in accordo con la norma EN ISO 10077-2:2017, secondo il "Radiosity Method" (rif. § 6.4.2. della EN ISO 10077-2:2017).

Per i calcoli è stato utilizzato il software "Flixo 8". La scelta dei materiali dalla libreria del software Flixo 8 è stata condotta sulla base della documentazione fornita dal committente. Nel caso di materiali non presenti nella libreria, questi sono stati inseriti secondo le specifiche fornite dal committente.

2.3 Materiali costituenti le sezioni analizzate

In Tab. 1 vengono riportate le caratteristiche dei materiali impiegati nelle analisi.

Materiali che compongono il telaio	Conduttività (W/mK)	Emissività
Lega di Alluminio 6060 *	160	0,9
Lega di Alluminio 6060 non trattato *	160	0,3
EPDM *	0,250	0,9
EPDM Espanso **	0,060	0,9
PUR Espanso **	0,040	0,9
Poliammide 6.6 rinforzato con fibra di vetro 25% *	0,300	0,9

* = valore ricavato dalla norma EN ISO 10077-2:2017

** = dati forniti dal committente

Tab. 1. Caratteristiche termiche dei materiali che costituiscono i campioni

3 Risultati ottenuti

3.1 Determinazione delle grandezze geometriche

3.1.1 Determinazione delle aree del perimetro

Sulla base della norma EN ISO 10077-1:2017 il serramento è stato suddiviso in aree omogenee, come riportato in Tab. 2.

Basandosi sulla suddivisione di Fig. 4 sono stati ricavati i valori delle aree, A_g e A_f , e del perimetro, l_g , utilizzati nella formula (1) per il calcolo della trasmittanza termica.

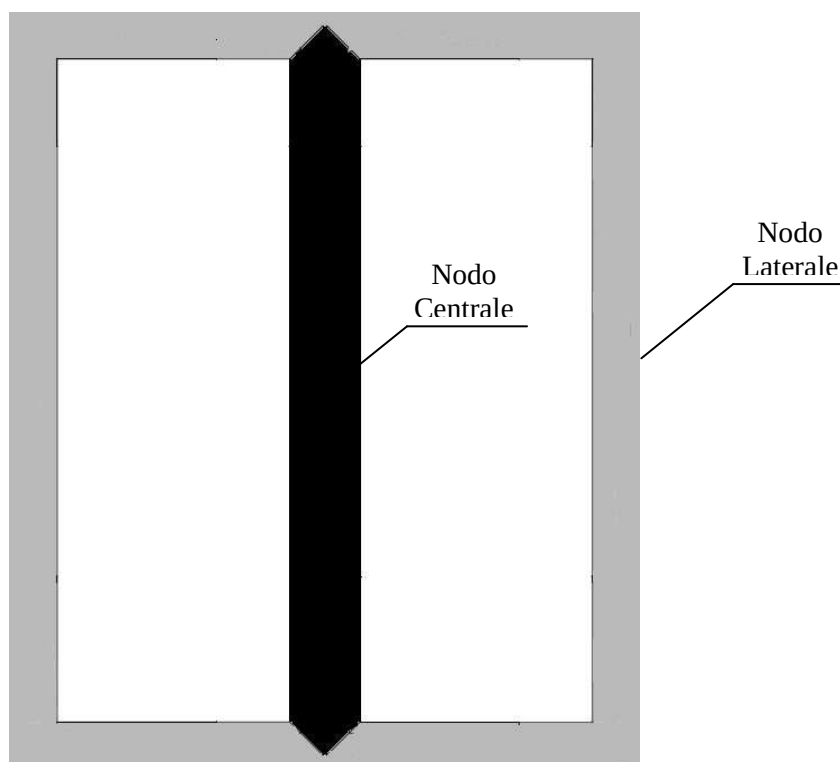


Fig. 4. Suddivisione delle aree

Elemento	Area (m ²)	Perimetro (m)
Nodo Laterale	0,444	-
Nodo Centrale	0,180	-
Vetri	1,196	3,639

Tab. 2. Parametri geometrici assunti per il serramento

3.1.2 Determinazione di l_g e scelta trasmittanza termica lineare ψ_g

Il valore l_g costituisce la lunghezza della linea di contatto tra vetro e serramento e risulta pari al perimetro complessivo delle parti vetrate. Il valore Ψ_g è stato dichiarato dal committente.

Considerando la suddivisione del serramento riportata in Fig. 4 sono stati utilizzati i valori indicati in Tab. 3.

	Ψ_g (W/mK)	l_g (m)
Finestra	0,032	3,639

Tab. 3. Parametri per la caratterizzazione termica in corrispondenza del giunto vetro/telaio

3.2 Calcolo della trasmittanza termica dei nodi di telaio

In Fig. 5 e Fig. 6 sono riportati i risultati ottenuti dalle analisi effettuate sui nodi. Vengono riportati l'andamento delle temperature e dei flussi di calore all'interno della sezione, dove ad ogni colore corrisponde un livello termico come riportato nella legenda dei colori.

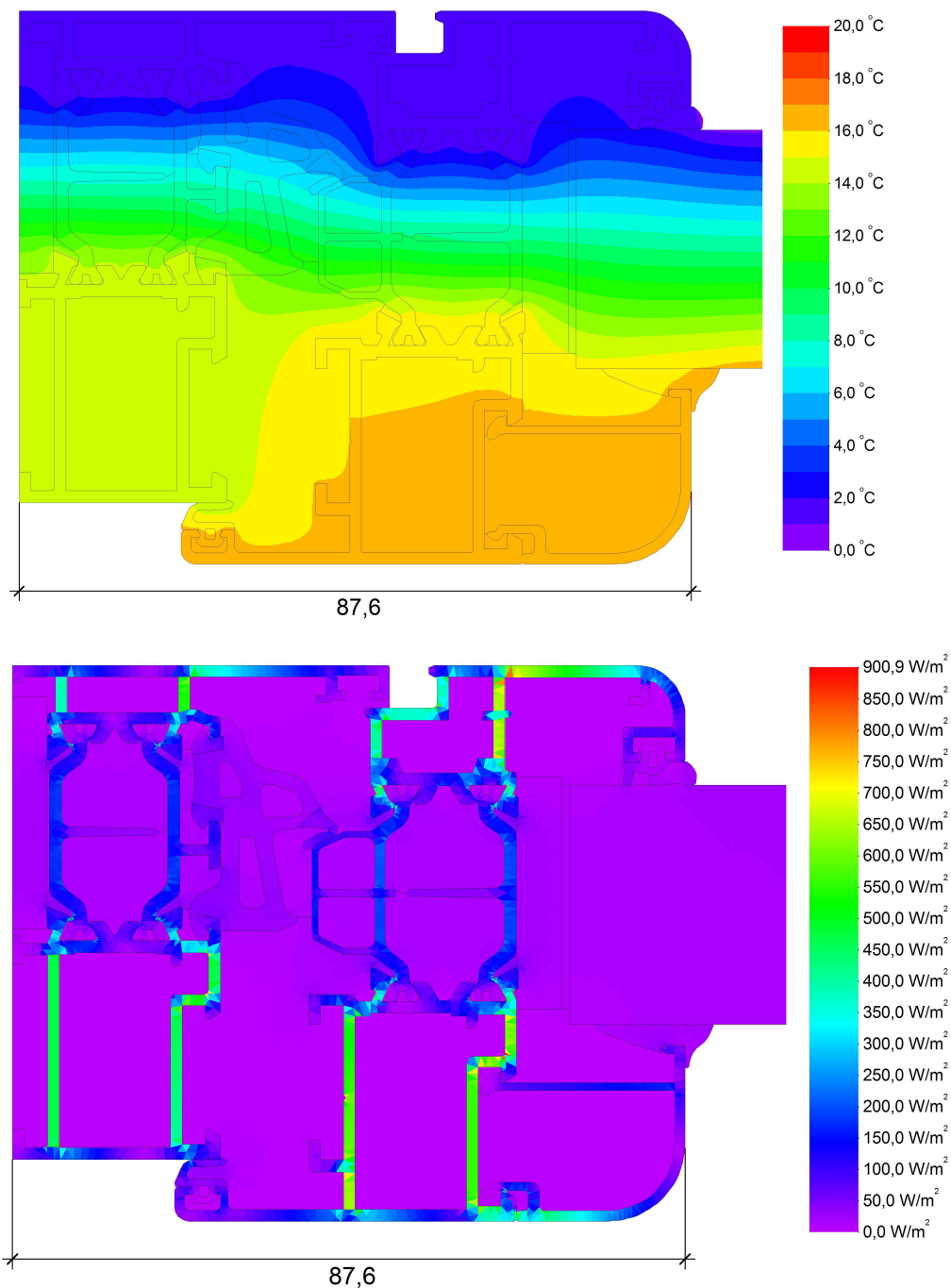


Fig. 5. Andamento delle temperature e dei flussi di calore nel nodo 1 - Nodo Laterale

$$U_{fAB} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{7,852}{20,000} - 0,947 \cdot 0,235}{0,088} = 1,9 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

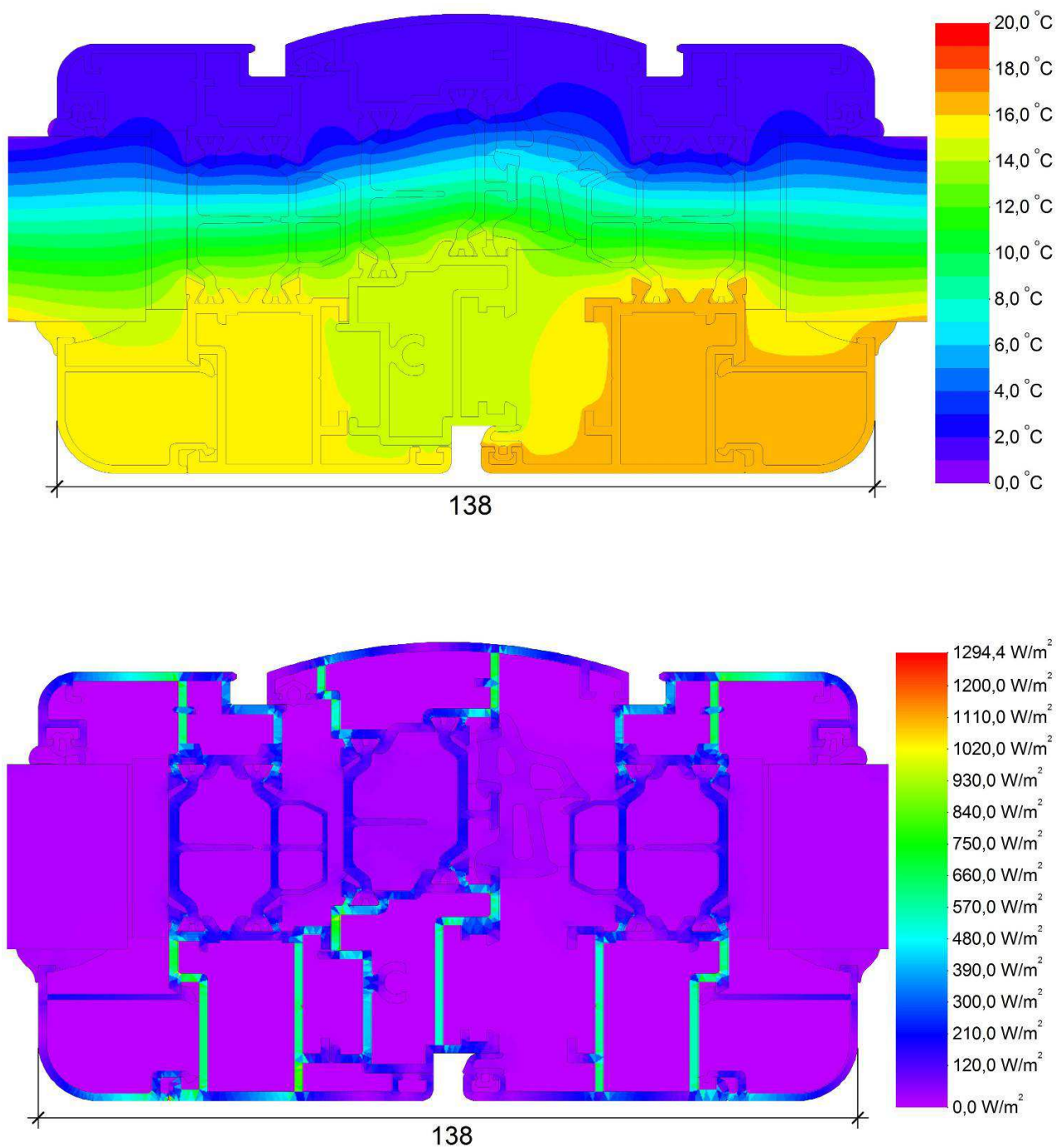


Fig. 6. Andamento delle temperature e dei flussi di calore nel nodo 2 - Nodo Centrale

$$U_{fAB} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_{p1} \cdot b_{p1} - U_{p2} \cdot b_{p2}}{b_f} = \frac{\frac{14,433}{20,000} - 0,947 \cdot 0,235 - 0,947 \cdot 0,235}{0,138} = 2,0 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

3.3 Trasmittanza termica del vetro

E' stato utilizzato un vetrocamera stratificato con argon della ditta AGC Glass Europe, di spessore 33.1/18/33.1, con una trasmittanza termica U_g , fornita dal committente di $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.4 Calcolo della trasmittanza termica del serramento

In accordo con la norma EN ISO 10077-1:2017 il valore di trasmittanza termica del serramento completo di parte vetrata, telaio e zone di contatto vetro-telaio, calcolato secondo la (1), risulta:

$$U_w = \frac{(1,196 \cdot 1,0) + (0,444 \cdot 1,9 + 0,180 \cdot 2,0) + (0,032 \cdot 3,639)}{1,196 + 0,624}$$

Trasmittanza termica serramento: $U_w = 1,38 \text{ W/m}^2\text{K}$

4 Approfondimenti

In seguito a richiesta del committente si riportano nella seguente tabella i risultati dell' U_w calcolati con vetrocamera aventi diverse prestazioni termiche (mantenendo invariati i parametri dimensionali del serramento e relativi nodi).

Parametri	Configurazione 1	Configurazione 2	Configurazione 3	Configurazione 4
$U_g \text{ (W/m}^2\text{K)}$	0,8	0,9	1,1	1,2
$U_f \text{ Laterale (W/m}^2\text{K)}$	1,9	1,9	1,9	1,9
$U_f \text{ Centrale (W/m}^2\text{K)}$	2,0	2,0	2,0	2,0
$A_g \text{ (m}^2\text{)}$	1,196	1,196	1,196	1,196
$A_f \text{ Laterale (m}^2\text{)}$	0,444	0,444	0,444	0,444
$A_f \text{ Centrale (m}^2\text{)}$	0,180	0,180	0,180	0,180
$\psi_g \text{ (W/mK)}$	0,032	0,032	0,032	0,032
$l_g \text{ (m)}$	3,639	3,639	3,639	3,639
$U_w \text{ (W/m}^2\text{K)}$	1,25	1,32	1,45	1,51

Tab. 4

Il Tecnico di Laboratorio
Katia Foti

Katia Foti

IRCCOS S.r.l.
Istituto di Ricerca e Certificazione
per le Costruzioni Sostenibili
via Grandi n° 17, 21017 Samarate (VA)
C.F./P.IVA 05159630960

Il Responsabile di Laboratorio
Katia Foti

Katia Foti

-----Fine del Rapporto di Prova n. 1994-CPR-RP1942-----