Applus+Laboratories
LGAI Technological Center, S.A. (APPLUS)
Campus UAB – Ronda de la Font del Carme, s/n
E - 08193 Bellaterra (Barcelona)
T +34 93 567 20 00
F +34 93 567 20 01
www.applus.com

INFORME DE CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA PARA UNA VENTANA DE ALUMINIO DE REFERENCIA "CM600 CON CAJÓN"

Informe número: 19-20508-2210

Referencia del peticionario:
CONSTANT INDUSTRIELS, S.L.
c/ Juan de la Cierva, 27 Bajo
46980 Paterna (Valencia)

Fecha de emisión : 19 de noviembre de 2019

Organismo notificado Nº 370.

La reproducción del presente documento sólo está autorizada si se hace en su totalidad. Los informes firmados electrónicamente en soporte digital se consideran un documento original, así como las copias electrónicas del mismo. Su impresión en papel no tiene validez legal. Este documento consta de 12 páginas.

LGAI Technological Center S.A. Inscrita en el registro Mercantil de Barcelona, Tomo 35.803, Folio1, Hoja Nº B-266.627 Inscripción 1ª C.I.F. : A-63207492

Tabla de contenido

1 Objeto 2
2 Método de cálculo 3
3 Coeficiente de resistencia térmica superficial exterior e interior 5
4 Definición de la ventana y condiciones de contorno 5
4.1 Descripción de la ventana 5
4.2 Condiciones de contorno y parámetros de los materiales 5
5 Cálculos 6
5.1 Secciones de marco 6
5.2 Ventanas completas 9
6 Resultados obtenidos 9
6.1 Transmitancia térmica de las secciones de los marcos (U_f): 9
6.2 Transmitancia térmica de la ventana (U_W): 10
Anexo 1. Dibujo de la ventana 11

1 Objeto

Determinación del coeficiente de transmitancia térmica de ventanas de aluminio sin rotura de puente térmico mediante cálculo de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 10077-1:2010, "*Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Parte 1: Generalidades*".

Las dimensiones consideradas son 1480 mm x 1230 mm (altura x anchura). Los cálculos se realizaron para un acristalamiento con un valor de coeficiente de transmitancia térmica de 3,1 W/m^{2}K.

El coeficiente de transmitancia térmica de los marcos se calcula de acuerdo a las normas UNE-EN ISO 10077-2:2012 "*Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Parte 2: Método numérico para los marcos*" y UNE-EN ISO 10077-2:2012/AC:2012, "*Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Parte 2: Método numérico para los marcos. Corrigendum Técnico 1*".

A continuación se presentan los valores de transmitancia térmica obtenidos para las secciones de marco de la ventana de aluminio considerada.

Marco perimetral superior interior:

U_{f1} = 6,51 [W/m²·K]

Marco perimetral superior exterior:

U_{f2} = 8,51 [W/m²·K]

Marco perimetral vertical interior:

U_{f3} = 10,4935 [W/m²·K]

Marco perimetral vertical exterior:

U_{f4} = 9,7824 [W/m²·K]

Marco perimetral inferior interior:

U_{f5} = 6,57 [W/m²·K]

Marco perimetral inferior exterior:

U_{f6} = 8,41 [W/m²·K]

Encuentro de hojas:

U_{f7} = 6,69 [W/m²·K]

El valor de coeficiente de transmitancia térmica para la ventanas de aluminio, “CM600 CON CAJÓN”, de dimensiones 1480 mm x 1230 mm (altura x anchura), con valor de coeficiente de transmitancia térmica de acristalamiento (U_g) de 1,7 W/m²K, calculado según la norma UNE-EN ISO 10077-1:2010 es el siguiente:

U_W = 4,409 [W/m²·K]

2 Método de cálculo

El coeficiente U_W de transmitancia térmica de la ventana debe ser calculado mediante la siguiente ecuación:

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

donde U_g es el coeficiente de transmisión térmica del acristalado, U_f es el coeficiente de transmitancia térmica de cada sección de marco, Ψ_g es el coeficiente de transmitancia térmica lineal debido a los efectos térmicos combinados del intercalado, del cristal y del marco. A_g es el área del acristalado, A_f el área de marco y l_g es el perímetro total del acristalamiento.

El coeficiente de transmisión térmica del acristalamiento, U_g, se aplica en su zona central y no se incluye el efecto de los espacios de su contorno. Por otra parte, el coeficiente U_f determina la transmisión térmica del marco en ausencia de acristalamiento. U_g y U_f excluyen la interacción térmica entre el marco y el acristalamiento, esta interacción es tomada en cuenta por medio del coeficiente de transmisión térmica lineal Ψ_g.

Para el presente informe el coeficiente de transmitancia térmica lineal utilizado es el indicado en la Tabla 1 (Tabla E.1 de la norma UNE-EN ISO 10077-1:2010) para los tipos comunes de barras espaciadoras de acristalamiento (por ejemplo, aluminio o acero).

Tipo de marco	Doble o triple acristalamiento con vidrio sin revestir	Doble [a] o triple [b] acristalamiento con vidrio bajo emisivo
Madera o PVC	0,06	0,08
Metálico con rotura de puente térmico	0,08	0,11
Metálico sin rotura de puente térmico	0,02	0,05
[a] Una de las hojas de vidrio del doble acristalamiento revestida. [b] Dos hojas de vidrio del triple acristalamiento revestidas.		

Tabla 1. Coeficientes de transmitancia térmica lineal.

El coeficiente de transmitancia térmica de las secciones de marco, U_f, debe ser medido mediante el método de la caja caliente o calculado numéricamente conforme a los procedimientos de la norma EN ISO 10077-2 (para este informe se utiliza la versión española UNE-EN ISO 10077-2). Esta norma especifica un método numérico de cálculo en dos dimensiones para determinar el coeficiente de transmisión térmica de los marcos, considerando que el flujo de calor principal en la sección es perpendicular a un plano paralelo a las superficies internas y externas, en posición vertical. El procedimiento determina el valor de transmitancia térmica del marco, U_f, substituyendo el vidrio por un panel aislante normalizado, de conductividad térmica 0,035 W/(m·K).

En este método de cálculo no se tienen en cuenta los efectos de la radiación solar, las transferencias de calor debido al aire y los flujos de calor tridimensionales, como anclajes mediante pernos metálicos. No se incluye en el cálculo los efectos del puente térmico entre el marco y la obra soporte del cerramiento.

El programa de cálculo utilizado para el cálculo del coeficiente de transmitancia térmica de las secciones de marco es el *Frame Simulator 3 Pro* versión 3.1.0, este programa se ha validado de acuerdo con las condiciones y los ejemplos incluidos en el anexo D de la norma UNE-EN ISO 10077-2:2012.

La transmitancia térmica de la sección del marco, U_f, está dada por:

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

Donde:

U_f es la transmitancia térmica de la sección del marco [W/(m^2·K)]

L_f^{2D} es la conductancia térmica bidimensional de la sección con panel aislante [W/(m·K)]

U_P es la transmitancia térmica de la área central del panel [W/(m^2·K)]

b_f es la anchura proyectada de la sección del marco [m]

b_p es la longitud visible del panel [m]

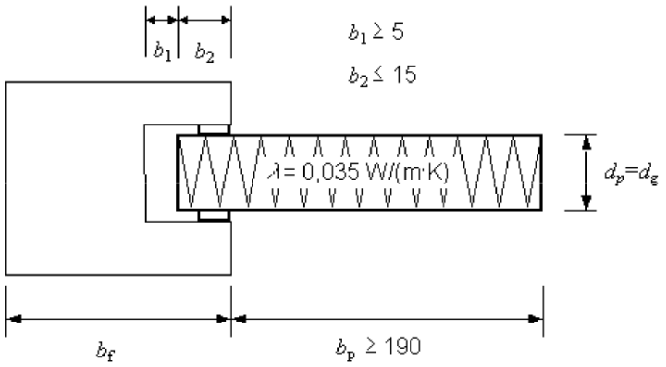


Figura 1. Sección del perfil con panel aislante.

3 Coeficiente de resistencia térmica superficial exterior e interior

La resistencia superficial establece las condiciones de contorno del ambiente, tanto de la parte exterior como la parte interior del elemento considerado, que depende de la transferencia de calor por convección y radiación con el entorno.

Los valores de la resistencia térmica superficial exterior, R_{se}, y resistencia térmica superficial interior, R_{si}, utilizados en estos cálculos son los declarados en la Tabla 2 (Tabla B.1 del anexo B de la Norma UNE-EN ISO 10077-2:2012).

Posición	**Externa** R_{se} [m²·K/W]	**Interna** R_{si} [m²·K/W]
Normal (superficie plana)	0,04	0,13
Radiación/convección reducida (bordes o uniones entre superficies)	0,04	0,20

Tabla 2. Resistencias superficiales.

4 Definición de la ventana y condiciones de contorno

4.1 Descripción de la ventana

Los cálculos se realizaron para una ventana de aluminio sin rotura de puente termico de 2 hojas. Las dimensiones consideradas son 1480 mm x 1230 mm (altura x anchura).

Los cálculos se realizaron para un acristalamiento con un valor de coeficiente de transmitancia térmica de 3,1 W/m²K.

4.2 Condiciones de contorno y parámetros de los materiales

Los valores para las condiciones de contorno del problema se han obtenido del Anexo D de la norma UNE-EN ISO 10077-2:2012. La tabla 3 muestra estos valores.

Superficie		Resistencia superficial **Normal** (superficie plana). R_s	Resistencia superficial aumentada (bordes o uniones entre superficies). R_s	Temperatura θ
A	Adiabática	infinito	infinito	-
B	Externa	0,04 m²·K/W	0,04 m²·K/W	0 °C
C	Interna	0,13 m²·K/W	0,20 m²·K/W	20 °C

Tabla 3. Condiciones de contorno.

Los valores de conductividad térmica de los materiales, λ, utilizados para los cálculos son los que se presentan en las tablas del Anexo A de la norma UNE-EN ISO 10077-2:2012 (Tabla 4 del presente informe).

Material	Conductividad térmica, λ	Emisividad de la superficie, ε
Aluminio	160 W/m·K	0,90 (adimensional)
Junta EPDM	0,25 W/m·K	0,90 (adimensional)
Felpudo	0,14 W/m·K	0,90 (adimensional)
Panel Aislante	0,035 W/m·K	0,90 (adimensional)

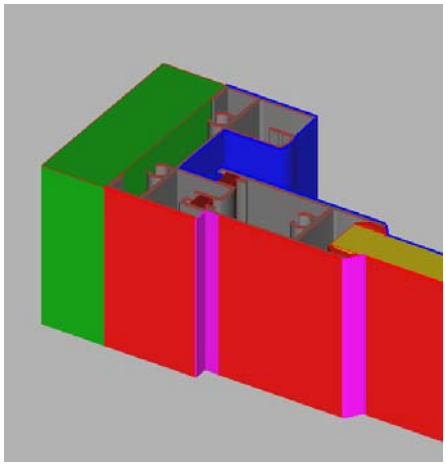
Tabla 4. Conductividad térmica y emisividad de los materiales componentes de los perfiles.

5 Cálculos

5.1 Secciones de marco

Para el cálculo del coeficiente de transmitancia térmica de la ventana, se consideran las siguientes secciones de marco de modo que otras subdivisiones no cambien significativamente el resultado calculado. Los planos de las secciones de los perfiles utilizados para realizar los cálculos se presentan en el Anexo 1.

Marco perimetral superior interior:
Condiciones de contorno:



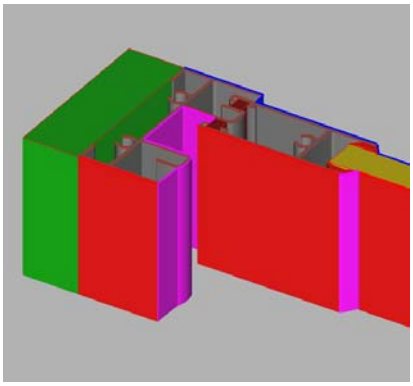
Boundary conditions list:

Name	Air T [°C]	R [m²K/W]	Col.
Internal	20.000	0.1300	
Internal increased resistance	20.000	0.2000	
External	0.000	0.0400	

U_{f1} = **6,56 [W/m²·K]**

Marco perimetral superior exterior:

Condiciones de contorno:



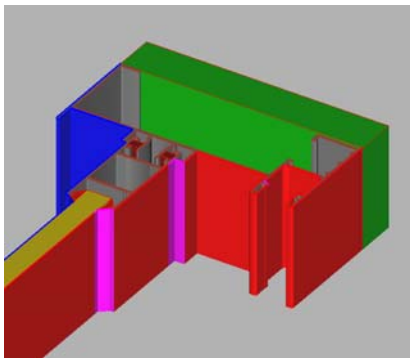
Boundary conditions list:

Name	Air T [°C]	R [m²K/W]	Col.
Internal	20.000	0.1300	
Internal increased resistance	20.000	0.2000	
External	0.000	0.0400	

U_{f2} = **8,30 [W/m²·K]**

Marco perimetral vertical interior:

Condiciones de contorno:



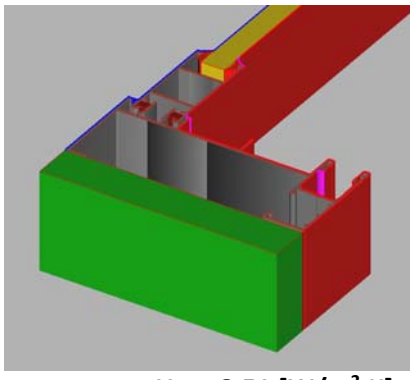
Boundary conditions list:

Name	Air T [°C]	R [m²K/W]	Col.
Internal	20.000	0.1300	
Internal increased resistance	20.000	0.2000	
External	0.000	0.0400	

U_{f3} = **10,4935 [W/m²·K]**

Marco perimetral vertical exterior:

Condiciones de contorno:



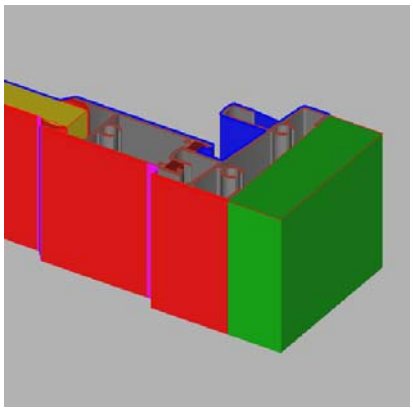
U_{f4} = **8,51 [W/m²·K]**

Boundary conditions list:

Name	Air T [°C]	R [m²K/W]	Col.
Internal	20.000	0.1300	
Internal increased resistance	20.000	0.2000	
External	0.000	0.0400	

Marco perimetral inferior interior:

Condiciones de contorno:



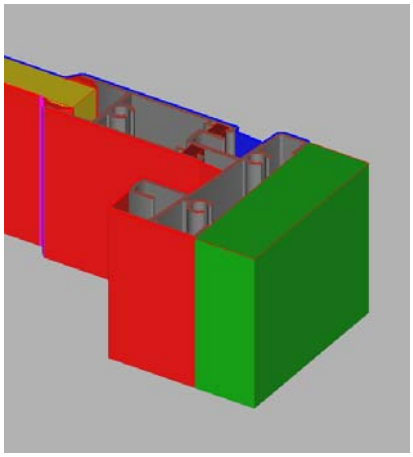
Boundary conditions list:

Name	Air T [°C]	R [m²K/W]	Col.
Internal	20.000	0.1300	
Internal increased resistance	20.000	0.2000	
External	0.000	0.0400	

U_{f5} = 6,57 [W/m²·K]

Marco perimetral inferior exterior:

Condiciones de contorno:



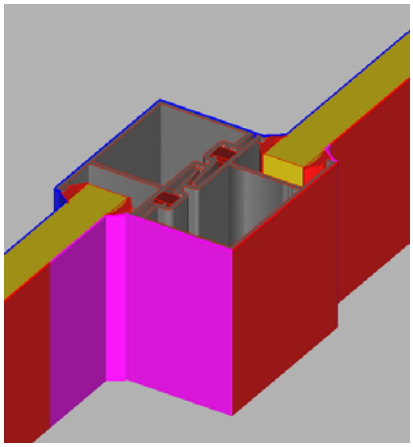
Boundary conditions list:

Name	Air T [°C]	R [m²K/W]	Col.
Internal	20.000	0.1300	
Internal increased resistance	20.000	0.2000	
External	0.000	0.0400	

U_{f6} = 9,7824 [W/m²·K]

Encuentro de hojas:

Condiciones de contorno:



Boundary conditions list:

Name	Air T [°C]	R [m²K/W]	Col.
Internal	20.000	0.1300	
Internal increased resistance	20.000	0.2000	
External	0.000	0.0400	

U_{f7} = 6,69 [W/m²·K]

5.2 Ventanas completas

El coeficiente U_W de transmitancia térmica de la ventana debe ser calculado mediante la siguiente ecuación:

$$U_W = \frac{A_g U_g + \sum A_{fi} U_{fi} + l_g \cdot \Psi_g}{A_g + \sum A_{fi}}$$

U_{f1}	6,5645 [W/m²·K]	A_{f1}	0,0374 [m²]
U_{f2}	8,2988 [W/m²·K]	A_{f2}	0,0374 [m²]
U_{f3}	10,4935 [W/m²·K]	A_{f3}	0,1000 [m²]
U_{f4}	9,7824 [W/m²·K]	A_{f4}	0,1000 [m²]
U_{f5}	6,5702 [W/m²·K]	A_{f5}	0,0374 [m²]
U_{f6}	8,4116 [W/m²·K]	A_{f6}	0,0374 [m²]
U_{f7}	6,6916 [W/m²·K]	A_{f7}	0,1545 [m²]
l_g	5,9812 [m]	A_g	1,3161 [m²]
U_g	3,1 [W/m²·K]	Ψ_g	0,02 [W/(m·K)]

6 Resultados obtenidos

6.1 Transmitancia térmica de las secciones de los marcos (U_f):

Los valores de transmitancia térmica de los perfiles de marco para las ventanas de aluminio de 2 hojas, “CM600 CON CAJÓN”, calculados según la norma UNE-EN ISO 10077-2: 2012/AC:2012 son los siguientes.

Marco perimetral superior interior:

U_{f1} = 6,51 [W/m²·K]

Marco perimetral superior exterior:

U_{f2} = 8,51 [W/m²·K]

Marco perimetral vertical interior:

U_{f3} = 10,49 [W/m²·K]

Marco perimetral vertical exterior:

U_{f4} = 9,78 [W/m²·K]

Marco perimetral inferior interior:

U_{f5} = 6,57 [W/m²·K]

Marco perimetral inferior exterior:

U_{f6} = 8,41 [W/m²·K]

Encuentro de hojas:

U_{f7} = 6,69 [W/m²·K]

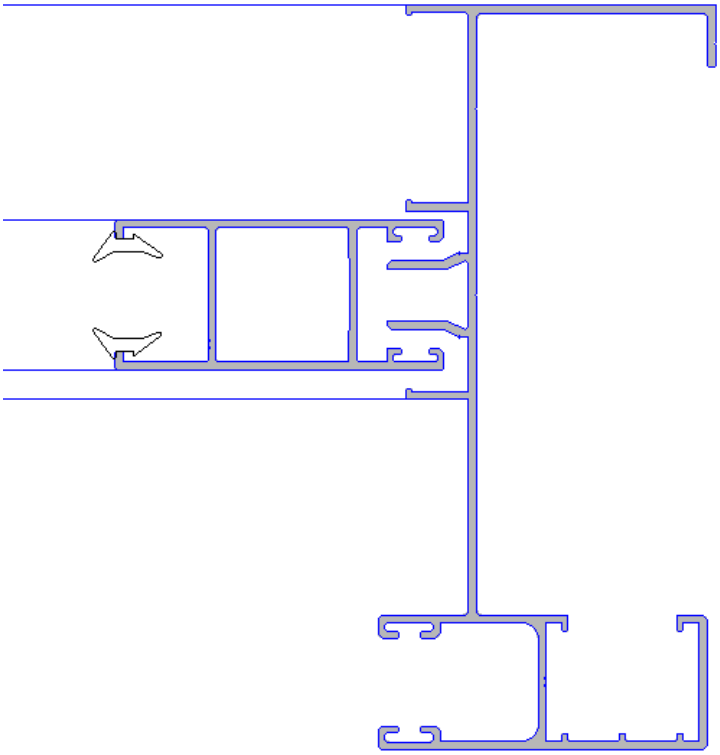
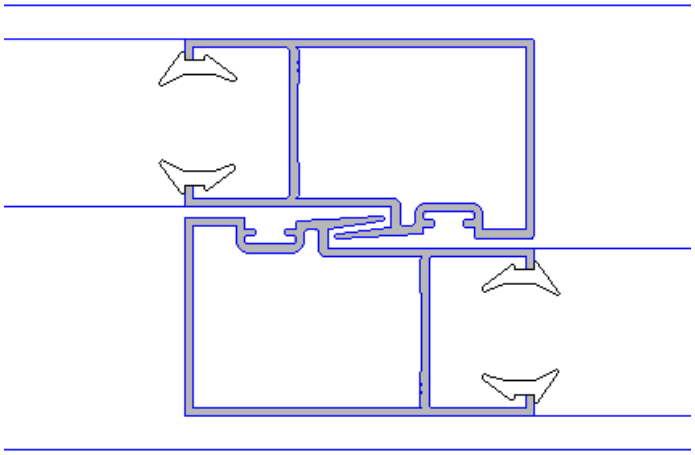
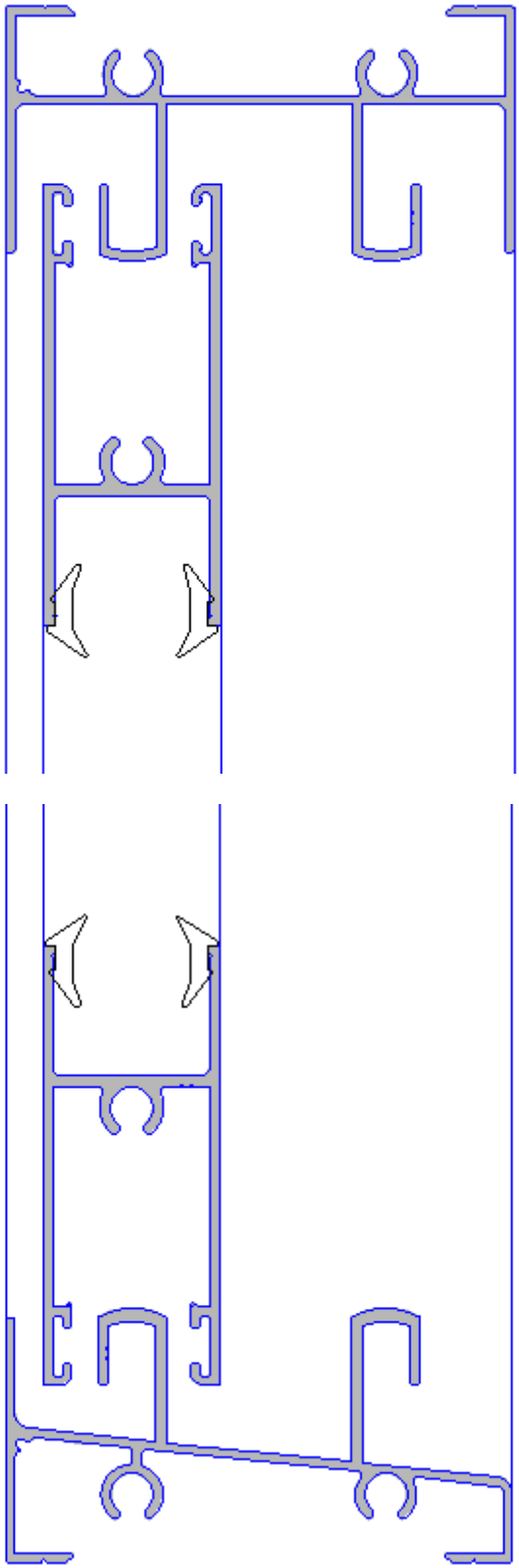
6.2 Transmitancia térmica de la ventana (U_W):

El valor de coeficiente de transmitancia térmica para la ventanas de aluminio, "PRO SLIDE 70", de dimensiones 1480 mm x 1230 mm (altura x anchura), con valor de coeficiente de transmitancia térmica de acristalamiento (U_g) de 3,1 W/m^{2}K, es el siguiente:

$$U_W = 4{,}409 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$$

Firmado digitalmente por:

Albert Julian Gonzalez
Ingeniería de Seguridad Contra Incendios
LGAI Technological Center, S.A. (APPLUS)

Garantía de Calidad de Servicio
Applus+, garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro Sistema de Calidad y Sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal.
En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien, al Director de Calidad de Applus+, en la dirección: satisfaccion.cliente@applus.com.

Anexo 1. Dibujo de la ventana