

AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDAS INSTALANDO EL PRODUCTO DOBLE VENTANA PORTÁTIL

Santiago Miranda Palomino

Resumen

El objetivo de esta comunicación científica es confirmar el grado de eficiencia energética y su validez como aislante térmico para el sector edificación del producto denominado “Doble ventana portátil - DVP”, dispositivo inventado y registrado como patente industrial por el autor en la Oficina Española de Patentes y Marcas-OEPM, así como su integración en las estrategias de la política energética común de la Unión Europea.

En el invierno 2012-2013, se fabricaron e instalaron varias unidades de DVP en distintos lugares de una vivienda, y para determinar el grado de aislamiento térmico que se conseguía con la presencia de estos dispositivos, se planificó una metodología experimental con múltiples ensayos basados en la tecnología termografía infrarroja. El estudio de análisis y valoración de resultados de temperatura y de humedad relativa, confirmó que se adquiriría un elevado nivel de ahorro energético.

Los resultados obtenidos comparando el valor de la transmitancia térmica que poseen las ventanas y puertas de exterior en ausencia de la doble ventana portátil DVP, con el valor de la transmitancia térmica que poseen las ventanas y puertas de exterior en presencia de estos productos, concluyen que cuando está colocado el producto DVP sobre una ventana o puerta de exterior, se reduce siempre su transmitancia térmica y se aumenta eficazmente su eficiencia energética, independientemente del tipo de material de origen que posea la propia ventana o puerta.

En la pasada década, la política energética de la Unión Europea fijó sus objetivos de ahorro de energía y de aumento en la eficiencia energética en un 20% para el año 2020. Mediante la instalación del producto DVP en ventanas y puertas de exterior de cualquier vivienda, se reduce de manera muy notable el consumo de energía primaria, principalmente, en aquellas viviendas que tienen problemas y carencias energéticas causadas por ventanas y puertas deterioradas y con mal aislamiento térmico.

Además de aumentar el confort energético, la doble ventana portátil evita otros problemas energéticos asociados a ventanas y a puertas de exterior, pues elimina o reduce drásticamente la aparición de humedades, condensaciones en los cristales, manchas en las paredes alrededor de las ventanas, filtraciones de aire y minimiza la intensidad de los ruidos que proceden del exterior de la vivienda.

Palabras clave: Ahorro, eficiencia energética, doble ventana portátil

Área temática: Eficiencia energética en viviendas habitadas

Abstract

The object of this scientific circular is to confirm the energy value and the validity of thermal insulation for the edification sector of the product referred to: "Portable double window"-DVP", a device invented and industrially patented by the author in the Office of Spanish Patents and Brands- OEPM, in keeping with its integration in political energy strategies common in the European Union.

Last winter we manufactured and installed various units of DVP in different locations of a dwelling and to determine the level of thermal insulation achieved by these devices we planned an experimental study with multiple trials based on thermo graphic infrared technology. The analysis of the study and valuation of resulting temperatures and relative humidity, confirmed that it achieved a high level of energy savings.

The results obtained compared the value of the thermal transmittance that the windows and exterior doors possessed in the absence of the portable double window DVP, with the value of the thermal transmittance achieved with the product installed. The clear conclusion reached was when the DVP product was installed on an exterior window or door, the thermal transmittance was always significantly reduced and the energy efficiency increased, independently of the type or make of the installed window or door.

In the last decade the political energy strategies of the European Union fixed their energy efficiency and savings targets at 20% for the year 2020. By means of the installation of the product DVP on exterior windows and doors of whatever type of dwelling a significant reduction is achieved in the consumption of primary energy, principally in those dwellings that have insulation problems caused by deficiencies and the deterioration of the windows and doors including those with poor thermal isolation.

Besides increasing the comfort level of the room, the portable double window prevents other energy problems associated with windows and exterior doors. For example the DVP can dramatically reduce the appearance of damp or condensation on the glass and stains on the walls around the windows. Further the DVP product can minimize the intensity of the noise levels which escape from within the dwelling.

Key words: *Savings, energy efficiency, portable double window*

Topic: *Energy efficiency in inhabited housing*

1. Introducción

La eficiencia energética aplicada a una vivienda consiste en optimizar el consumo de energía interna, mediante una serie de mejoras de ahorro energético, que consiga al menos la misma calidad y confort energético en el interior de la vivienda que se tenía antes de introducir estas mejoras.

La siguiente comunicación pretende impulsar el ahorro y la eficiencia energética en el sector edificación en España, mediante el uso del producto denominado "Doble ventana portátil - DVP", mejorando el aislamiento energético en ventanas y puertas de exterior, apoyado en dos aspectos característicos que se combinan en la mayoría de las zonas residenciales localizadas en España y en otros países mediterráneos:

1. Climatología suave anual, que permite sólo durante unos pocos meses del año, que el tiempo incida de forma significativa en el confort energético del interior de las viviendas;
2. Escasos recursos económicos de muchas familias para invertir en el mantenimiento y aislamiento térmico y acústico de sus viviendas.

En la pasada década, la política energética de la Unión Europea fijó sus objetivos de ahorro de energía y de aumento en la eficiencia energética en un 20% para el año 2020. Estudios y revisiones realizados en el año 2011, confirman que en algunos sectores estratégicos, (como en el sector edificación), difícilmente se van a cumplir los objetivos establecidos.

Mediante la instalación del producto doble ventana portátil en ventanas y en puertas de balcones de cualquier vivienda, se puede reducir de manera muy notable el consumo de energía primaria, principalmente, en aquellas viviendas que tienen problemas y carencias energéticas causadas por ventanas y puertas deterioradas y con mal aislamiento térmico.

2. Objetivos

El objetivo principal de esta comunicación científica es confirmar el grado de eficiencia energética y su validez como aislante térmico para el sector de la edificación del producto denominado "Doble ventana portátil - DVP", dispositivo que ha sido inventado y registrado como patente industrial por el autor de la comunicación en la Oficina Española de Patentes y Marcas-OEPM.

El objetivo secundario de esta comunicación es confirmar la integración del producto DVP en las políticas sectoriales y estrategias de ahorro y eficiencia energética aprobadas por la Unión Europea para el sector edificación.

3. Antecedentes

La política energética de la Unión Europea ha fijado sus estrategias de ahorro y consumo sostenible, proponiendo asumir el denominado "triple objetivo veinte" para 2020, que en resumen consiste en reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) un 20%, aumentar la eficiencia energética un 20%, y que la energía en la Unión Europea provenga un 20 % de energías renovables.

La Comisión Europea ha aprobado una inversión en Política de Cohesión de 17 mil millones de Euros para el periodo 2014-2020, que incluye medidas sectoriales que potencian la eficiencia energética en edificación, como el doble acristalamiento de ventanas, un mejor aislamiento de tejados, etc.

Si se realiza una distribución en porcentajes % del consumo global de energía por sectores, se pueden establecer aproximadamente los siguientes repartos de consumo:

Sector edificación 40% // Sector industrial 25% // Sector transporte 35%.

Para el sector edificación en una vivienda, se pueden establecer aproximadamente los siguientes repartos de consumo:

Techos y tejados 30% // Ventanas y puertas de exterior 25% // Muros y paredes 25% // Suelo, puentes térmicos y otros 20%.

Los materiales de aislamiento utilizados tradicionalmente para la construcción en España han sido escasos, si bien han ido mejorando al imponerse los criterios de eficiencia energética aplicados en el vigente Código Técnico de la Edificación (2006).

Para valorar la eficiencia energética de una vivienda, hay que estudiar la resistencia o facilidad de pérdidas energéticas asociadas a la envolvente de la casa, es decir, a los tejados, a paredes externas, a ventanas y puertas de exterior y al suelo.

El concepto de transmitancia térmica se utiliza en construcción para el cálculo del nivel de aislamiento y de pérdidas energéticas que posee un elemento constructivo.

Mediante la normativa vigente, la ventana no puede sobrepasar ciertos niveles de transmitancia térmica al ser una medida de su eficiencia energética.

La transmitancia térmica es el inverso de la resistencia térmica, y es la cantidad de energía que atraviesa en la unidad de tiempo, una unidad de superficie de un elemento constructivo de caras planas paralelas, cuando entre dichas caras hay un gradiente térmico.

La expresión matemática de la transmitancia térmica (U) utilizada para calcular la eficiencia energética en el producto Doble ventana portátil - DVP, es la siguiente:

$$U = \frac{P}{S(T2 - T1)} \quad (1)$$

- U = transmitancia térmica, (W/m²K)
- P = potencia calorífica o flujo de calor, (W)
- S = superficie del elemento constructivo, (m²)
- T2-T1 = diferencia de temperatura del gradiente térmico, (K)

En España, el Documento Básico del Código Técnico de Edificación "Ahorro Energético (DB-HE 1), establece valores máximos de transmitancia térmica permitidos, (tablas 1 y 2).

Tabla1: Valores máximos de transmitancia térmica (U) permitida según zonas. (*) La transmitancia térmica de vidrios y perfiles se comparan por separado

Cerramientos y particiones interiores	Zonas A U	Zonas B U	Zonas C U	Zonas D U	Zonas E U
Vidrios y perfiles (*)	5,70 W/m ² K	5,70 W/m ² K	4,40 W/m ² K	3,50 W/m ² K	3,10 W/m ² K

Zonas A y B con un valor U máximo de 5,70 W/m²K, (islas Canarias y Baleares, zonas de costa del mediterráneo (excepto provincias Barcelona y Gerona), costa del atlántico sur, y parte de provincias de Sevilla y Córdoba. El resto de España queda englobado en zonas C, D y E, con valor de transmitancia térmica máxima de 4,40 W/m²K.

Tabla2: Valores de transmitancia térmica (U) teóricos según marcos y vidrios

MARCOS	CARACTERÍSTICAS	U = W/m ² K
METÁLICO	Sin rotura PT	5,70
METÁLICO	Con rotura PT; (4 < R < 12 mm)	4,00

METÁLICO	Con rotura PT; (R > 12 mm)	3,20
MADERA	Densidad: Media-alta	2,20
MADERA	Densidad: Baja	2,00
PVC	Cámaras: 2	2,20
PVC	Cámaras: 3	1,80
VIDRIOS	CARACTERÍSTICAS	U = W/m²K
Monolíticos	Espesor: Cualquiera	5,70
Dobles	Sin tratamiento: 4 - 6 - 4	3,30
Dobles	Sin tratamiento: 4 - 12 - 4	2,80
Dobles	Bajo emisivo: 4 - 12 - 4	2,00

Con la nueva legislación, los marcos metálicos sin rotura del puente térmico y los vidrios sin cámara aislante no cumplen los valores permitidos de transmitancia térmica en zonas C, D y E exigidas en el CTE.

Las principales medidas de mejora tradicionales para conseguir el aislamiento energético de ventanas, son la sustitución de ventanas existentes por nuevas de tipo doble acristalamiento o añadir una instalación con sistema de doble ventana, pero, suponen una inversión elevada en la vivienda.

La presencia de una climatología suave en muchas zonas de España, junto con la situación de crisis económica que arrastramos desde hace años, impide en muchos hogares poder realizar una inversión elevada necesaria para incluir mejoras tradicionales de aislamiento energético en ventanas y puertas de exterior.

Una solución sencilla, económica y eficiente para ahorrar energía es utilizar el producto Doble ventana portátil (DVP), construido con una base de material plástico transparente duro, se puede poner y quitar cómodamente desde el interior de la vivienda, una vez se haya abierto la ventana o puerta de origen que se desea aislar.

Para su colocación, hace falta un marco especial fabricado con material de aislamiento exterior, que se instala en las paredes del hueco exterior de la ventana de origen, y es la base donde se acopla la doble ventana portátil. Este marco se queda instalado de forma permanente, aunque no en todo su contorno.

Cuando se quiera ventilar la habitación, la doble ventana portátil se desencaja el tiempo necesario o bien, se deja apoyada en la ventana de origen.

Los días y meses con clima suave, la doble ventana portátil se puede quitar, guardar y apilar en un trastero, en un armario grande,...

La doble ventana portátil es un producto económico, no necesita obra, no se cambian las ventanas existentes en la vivienda y consigue una efectividad energética similar a cambiar ventanas sencillas por ventanas nuevas de tipo doble acristalamiento.

Posee un innovador sistema patentado, pudiendo colocarse durante todo el año, o bien sólo en aquellos meses donde exista un elevado diferencial de temperatura entre el exterior e interior de la vivienda, o bien, en noches donde haya un ruido excesivo procedente de la calle.

4. Metodología

Para calcular el grado de eficiencia energética que posee el producto “doble ventana portátil”, se instalaron varias unidades en diferentes ventanas y puertas de una vivienda localizada en El Puerto de Santa María (Cádiz). Durante los meses de invierno se hicieron numerosas pruebas y ensayos experimentales utilizando una cámara de termografía infrarroja (IR).

Mediante la termografía infrarroja se puede calcular de forma exacta la temperatura aparente que poseen los objetos, pues capta y mide la radiación infrarroja que emiten los cuerpos y mediante factores de conversión interno, transforma esta lectura de IR en valores reales de temperatura. Algunas cámaras permiten también calcular la humedad que poseen los objetos que se analizan, (imagen 1).

El trabajo de investigación utilizó la termografía infrarroja aplicando una metodología experimental típica de la termografía, la comparación de resultados obtenidos sobre áreas del mismo tamaño, que se calculó en las ventanas y puertas objetivo, con la presencia del producto doble ventana portátil y en ausencia de estos dispositivos.

Las mediciones se realizaron desde el interior de la vivienda con una cámara IR modelo FLIR B-60 durante los meses de invierno, al representar la época del año donde el gradiente y la diferencia de temperatura entre el exterior e interior de la vivienda, es más significativo.

Para calcular el grado de eficacia energética del producto doble ventana portátil DVP, se calculó la transmitancia térmica en ventanas y en puertas objetivos de la vivienda, examinando, comparando y analizando mediciones puntuales de temperatura y de humedad con la presencia y en ausencia del producto DVP, (imagen 1).

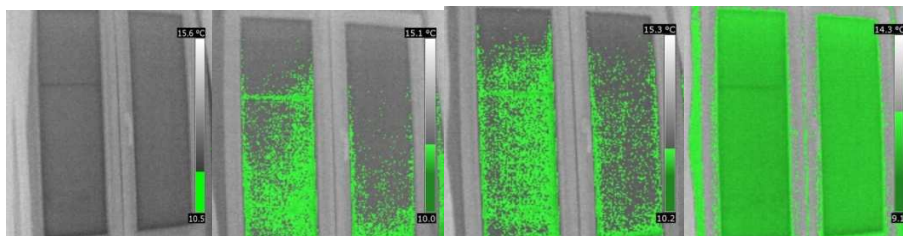


Imagen 1: Progresión temporal de termogramas en ensayos de humedad (color verde) realizado en ventana PVC doble acristalamiento, con DVP (izq.) y sin DVP (resto)

Al empezar los ensayos, la doble ventana portátil siempre estaba colocada pues se había dejado puesta durante toda la noche, con el objetivo de aislar térmicamente la ventana o puerta objetivo. Durante el ensayo, la DVP se quitaba, con el fin de calcular una variación progresiva de temperatura en la ventana o puerta objetivo.

Otros equipos de medida utilizados en los ensayos fueron termómetros de mercurio, un analizador de humedad relativa, y se confirmaron datos para el exterior de la vivienda mediante páginas web de estaciones meteorológicas locales con reconocimiento óptimo para analizar datos diarios de temperatura y humedad relativa.

Los ensayos y la realización de termografías diarios comenzaban desde el interior de la vivienda a primera hora de la mañana (07:00 AM), cuando el gradiente térmico entre exterior e interior de la vivienda suele ser más pronunciado.

El primer termograma a tiempo cero (t_0), se realizaba siempre con la presencia del producto DVP, a continuación se quitaba el producto y el resto de termogramas se efectuaban con la ausencia de DVP.

El método seguido para quitar el producto DVP en cada ensayo fue el siguiente:

1. Apertura completa de la ventana o puerta objetivo, realizando al instante un par de termogramas sobre el producto doble ventana portátil;
2. Se quita el producto DVP, y se realiza un par de termogramas al hueco de la ventana o puerta objetivo completamente abierta;
3. Se cierra la puerta o ventana objetivo, se realiza un par de termogramas y se toma como tiempo cero t_{of} para el cálculo utilizado en la ecuación (1).

Para estudiar la evolución de la temperatura en la ventana o puerta objetivo, ya sin el producto de aislamiento DVP, se realizaron termogramas a intervalos de unos 15 minutos durante un tiempo máximo de hora y media, en ventanas y puertas objetivo. Finalmente, se trasladaban los termogramas realizados al ordenador, y mediante el software técnico de la cámara termográfica (quick-report), se analizaron áreas idénticas en tamaño de termogramas realizados en cada ensayo, considerando como tiempo final (t_1) utilizado en la ecuación (1), el termograma con mayor diferencia de temperatura en comparación con la T^a calculada a tiempo cero (t_0).

5. Resultados

Tras varios meses de trabajo, se realizaron con esta metodología un total de 54 ensayos diarios matinales válidos y repartidos mensualmente de la siguiente forma:

- 11 ensayos en diciembre 2012
- 16 ensayos en enero 2013
- 19 ensayos en febrero 2013
- 8 ensayos en marzo 2013

Las puertas de exterior objetivo utilizadas en los ensayos son de material aluminio sin rotura de puente térmico y vidrio monolítico, y las ventanas objetivo utilizadas son de material PVC con doble acristalamiento espaciado en 4-6-4, (imágenes 2 y 3).

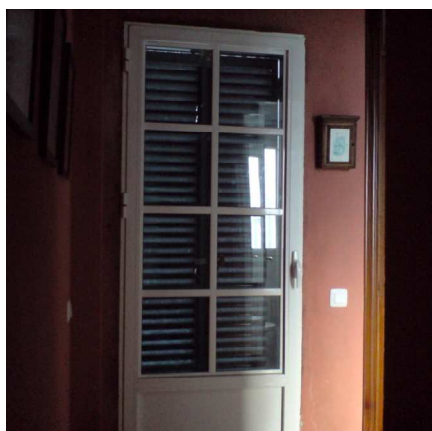


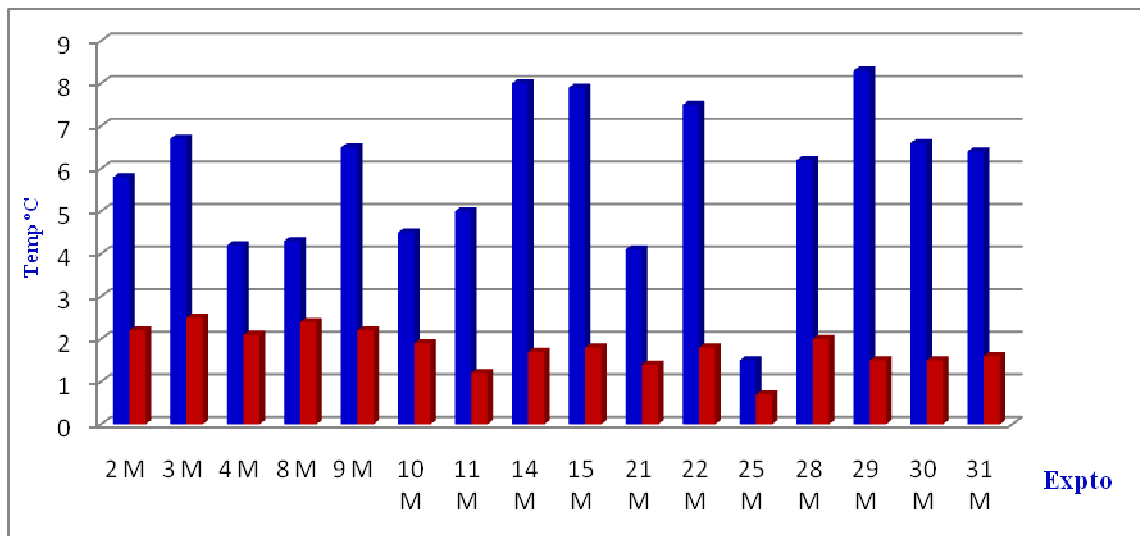
Imagen 2: Fotografía puerta aluminio que da a terraza poniente



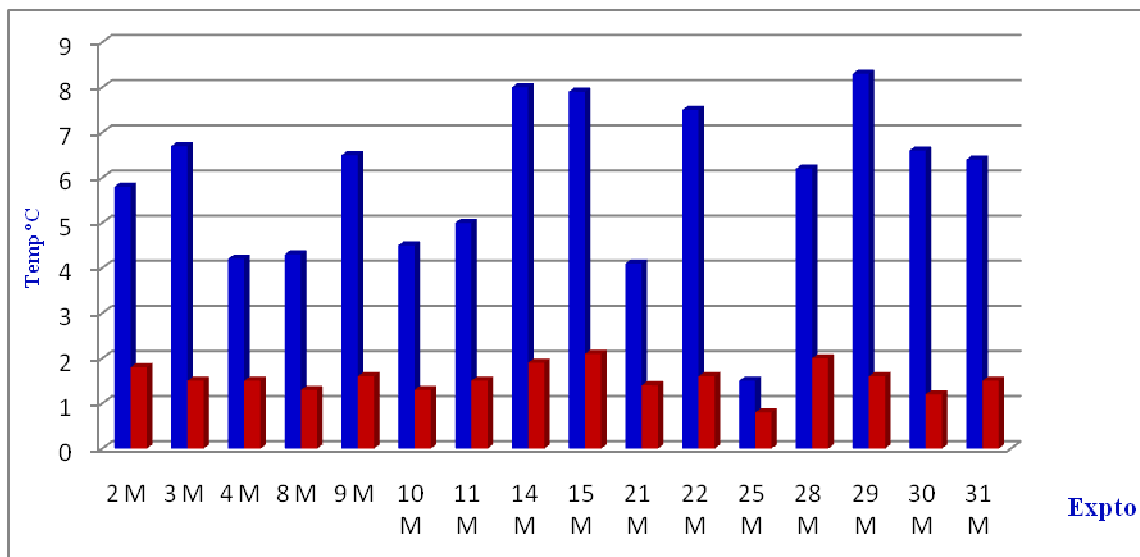
Imagen 3: Foto ventana PVC doble cristal que da a terraza poniente

El valor de transmitancia térmica de partida utilizado para las dos puertas de aluminio objetivo, según datos de la tabla 2 ha sido ($U = 5,70 \text{ W/m}^2\text{K}$). El valor de transmitancia térmica de partida utilizado para las dos ventanas de PVC con doble acristalamiento objetivo, según datos de la tabla 2 para marcos y vidrios, ha sido ($U_{\text{VIDRIO}} = 3,30 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_{\text{PVC}} = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$). En cada ensayo, sobre los termogramas realizados en ventanas y puertas objetivo, se hizo un análisis comparativo de áreas, que proporcionaron una T^a de cada objetivo en diferentes momentos, con la presencia y en ausencia de la doble ventana portátil, (gráficas 1 y 2).

La utilización en la ecuación (1) de los resultados de T^a obtenidos, y un posterior estudio estadístico, permitieron calcular el valor promedio de transmitancia térmica en ventanas y puertas objetivo cuando está instalado el producto DVP.



Gráfica 1: Ensayos enero 2013. (Azul) Incremento entre T^a ext. y T^a int. Vivienda. (Rojo) Incremento T^a puerta Al. poniente cerrada con DVP (t_{0f}) y sin DVP (t_1)



Gráfica 2: Ensayos enero 2013. (Azul) Incremento entre T^a ext. y T^a int. Vivienda. (Rojo) Incremento T^a cristal ventana PVC poniente cerrada con DVP (t_{0f}) y sin DVP (t_1)

6. Caso de estudio

Se ha seleccionado como ensayo referencia el nº 36 realizado el 15 de enero de 2013, efectuado sobre una puerta de aluminio y una ventana PVC con doble acristalamiento, que dan al exterior de una terraza con la misma orientación de poniente.

Las termografías IR y los parámetros de campo registrados fueron los siguientes:

A tiempo cero ($t_0 = 07:15$ AM), se hacen varios termogramas en puertas y ventanas objetivo, donde está colocado la DVP, (imágenes 4 y 5).

A t_0 , la temperatura exterior de la vivienda $T_{ext} = 5,0$ °C, y la T^a interior $T_{int} = 13,0$ °C. La humedad relativa exterior $HR_{ext} = 91\%$, y la interior $HR_{int} = 90\%$.

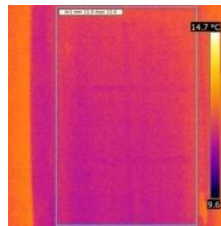


Imagen 4: Termograma Puerta Aluminio objetivo, con instalación incorporada de doble ventana portátil DVP. Área a t_0 ($T^a = 11,7$ °C)

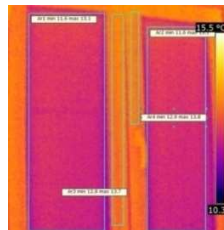


Imagen 5: Termograma Ventana PVC objetivo, con instalación incorporada de doble ventana portátil DVP. Área a t_0 (T^a cristal = 12,4 °C; T^a PVC = 13,3 °C)

Se toma como tiempo cero final ($t_{of} = 07,25$ am), tras quitar la DVP y cerrar las ventanas y puertas objetivo.

A t_{of} , la $T_{ext} = 5,1$ °C y la $T_{int} = 13,0$ °C.

Cada 15 minutos se realizaron un par de termogramas hasta los 60 ó 90 minutos, dando por finalizado el ensayo diario.

En este ensayo nº 36, a los 25 minutos ($t_1 = 08,50$ am), se produjo la mayor diferencia de temperatura, comparando áreas iguales de termogramas objetivo, obteniendo los siguientes resultados, (imágenes 6 y 7):

A t_1 , la $T_{ext} = 7,1$ °C y $T_{int} = 13,0$ °C, $HR_{ext} = 91\%$ y $H_{Rint} = 90\%$.

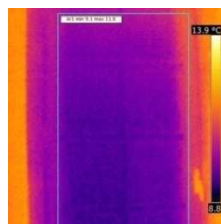


Imagen 6: Termograma Puerta Aluminio objetivo, sin DVP. Área a t_1 ($T^a = 9,9$ °C)

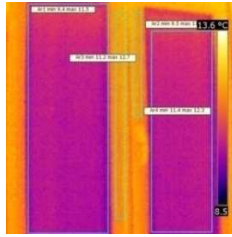


Imagen 7: Termograma V- PVC objetivo, sin DVP. Área a t_1 (T^a cr= 10,3°C, T^a PVC= 11,8°C)

1. Cálculo de transmitancia térmica real en puerta de aluminio con DVP

Para la puerta aluminio objetivo, se toma de partida un valor $U = 5,70 \text{ W/m}^2\text{K}$, tabla 2. Este valor de (U) es válido a (t_1), cuando la puerta objetivo no tiene colocada la DVP.

Para calcular el valor de potencia calorífica en la puerta de aluminio "P-Al", se utiliza la expresión matemática (1):

Valores de los parámetros a t_1 :

- U_{AL} = Transmitancia térmica en puerta de aluminio sin DVP = $5,70 \text{ W/m}^2\text{K}$
- S = Superficie puerta = $1,46 \text{ m}^2$
- $T_1 = T^a$ en cara exterior puerta = $7,1 \text{ }^\circ\text{C}$;
- $T_2 = T^a$ en cara interior puerta = $9,9 \text{ }^\circ\text{C}$, (imagen 6);
- $(T_2 - T_1) = 2,8 \text{ }^\circ\text{C} = 2,8 \text{ K}$;
- P_{Al} = potencia calorífica en puerta aluminio = $23,22 \text{ W} = 0,0232 \text{ kW}$

Para calcular el valor de transmitancia térmica real en la puerta cuando tiene colocada la DVP, (U_{PDVP}), se toma un valor constante de potencia calorífica (P_{Al}).

Valores de los parámetros a t_0 :

- $S = 1,46 \text{ m}^2$
- $T_1 = 5,1 \text{ }^\circ\text{C}$;
- $T_2 = 11,7 \text{ }^\circ\text{C}$, (imagen 4);
- $(T_2 - T_1) = 6,6 \text{ K}$;
- $P_{DVP} = P_{Al} = 0,0232 \text{ kW}$;
- **$U_{PDVP} = 2,40 \text{ W/m}^2\text{K}$**

2. Cálculo de transmitancia térmica real en cristal de ventana PVC con DVP

Para la ventana PVC con doble acristalamiento objetivo, hay que diferenciar el área en zona acristalada con el área del marco de PVC. Se toma de partida un valor U en cristales de $3,30 \text{ W/m}^2\text{K}$, y un valor U en marco PVC de $2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$, tabla 2. Estos valores son válidos a (t_1), cuando la ventana objetivo no tiene colocada DVP.

Se calcula el valor de potencia calorífica en cristal de ventana (P_{CR}), con los siguientes parámetros a t_1 :

- $U_{CR} = U$ en cristal ventana sin DVP = $3,30 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- S = Superficie cristal ventana = $0,62 \text{ m}^2$

- $T_1 = T^a$ cara exterior cristal = 7,1 °C;
- $T_2 = T^a$ cara interior cristal = 10,3 °C, (imagen 7);
- $(T_2 - T_1) = 3,2$ K;
- $P_{CR} =$ potencia calorífica en cristal ventana = 6,55 W = 0,0065 kW

Para calcular el valor de transmitancia térmica real en cristal de ventana cuando tiene colocada DVP, ($U_{VCR-DVP}$), se toma un valor constante de potencia calorífica (P_{CR}).

Valores de los parámetros a t_0 :

- $S = 0,62$ m²
- $T_1 = 5,1$ °C;
- $T_2 = 12,4$ °C, (imagen 5);
- $(T_2 - T_1) = 7,3$ K;
- $P_{DVP} = P_{CR} = 0,0065$ kW
- **$U_{VCR-DVP} = 1,40$ W/m²K**

3. Cálculo de transmitancia térmica real en marco PVC de ventana con DVP

Se calcula el valor de potencia calorífica en marco PVC de ventana (P_{PVC}), con los siguientes parámetros a t_1 :

- $U_{PVC} = U$ en marco PVC ventana sin DVP = 2,20 W/m²K
- $S =$ Superficie marco PVC ventana = 0,45 m²
- $T_1 = T^a$ cara exterior marco PVC = 7,1 °C;
- $T_2 = T^a$ cara interior marco PVC = 11,8 °C, (imagen 7);
- $(T_2 - T_1) = 4,7$ K;
- $P_{PVC} =$ potencia calorífica en marco PVC de ventana = 4,65 W = 0,0047 kW

Para calcular el valor de transmitancia térmica real en el marco de PVC de ventana cuando tiene colocada la DVP, ($U_{VPVC-DVP}$), se toma un valor constante de potencia calorífica (P_{PVC}).

Valores de los parámetros a t_0 :

- $S = 0,45$ m²
- $T_1 = 5,1$ °C;
- $T_2 = 13,3$ °C, (imagen 5);
- $(T_2 - T_1) = 8,2$ K;
- $P_{DVP} = P_{PVC} = 0,0047$ kW
- **$U_{VPVC-DVP} = 1,30$ W/m²K**

7. Análisis y valoración estadística de resultados

A continuación se adjunta un resumen y análisis de resultados mediante gráficos y tablas, así como una valoración estadística del valor de transmitancia térmica obtenido para el conjunto de los ensayos de eficiencia energética realizados en la puerta y ventana objetivo, cuando tienen instalado el producto doble ventana portátil DVP.

1. Cálculo de transmitancia térmica en puerta de aluminio con DVP

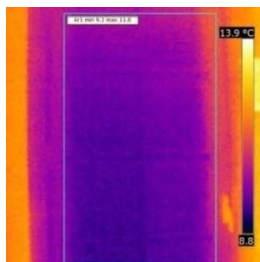


Imagen 6: Puerta objetivo sin DVP

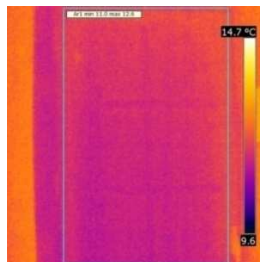
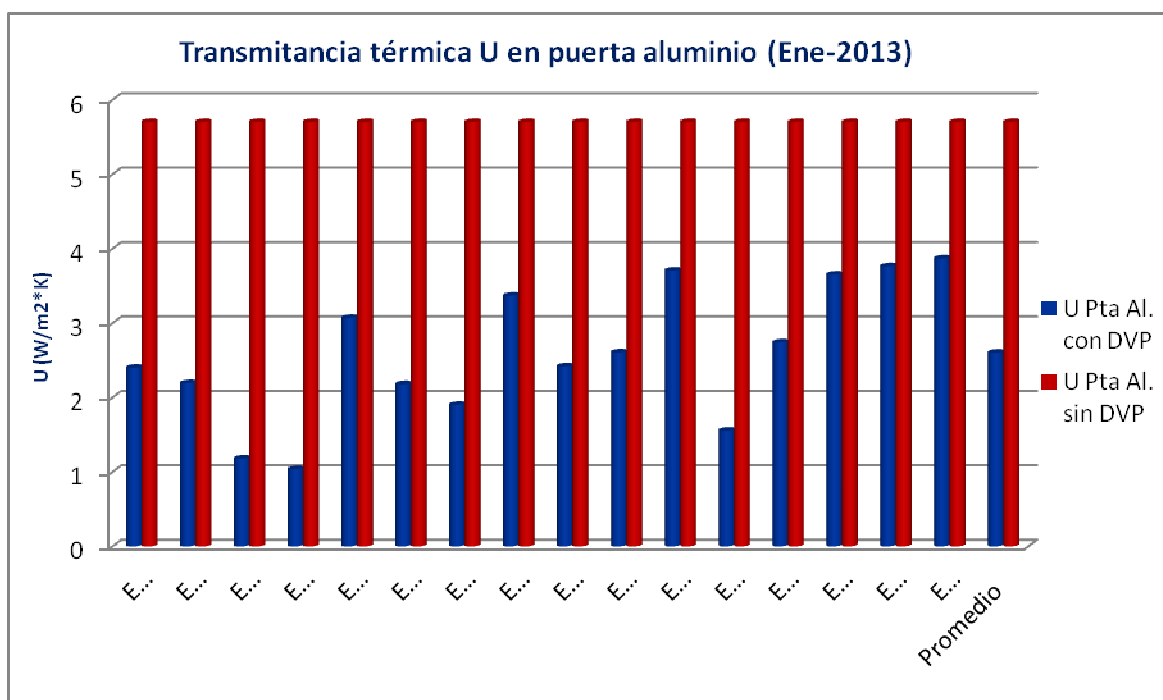


Imagen 4: Puerta objetivo con DVP



Gráfica 3: Ensayos enero 2013. (Rojo) Transmitancia térmica en puerta de Al. sin DVP. (Azul) Transmitancia térmica en puerta de Al. con DVP

Tabla 3: Transm. térmica promedio (U) en puerta de Al. durante el invierno, sin y con DVP

Mes	U Pta Al sin DVP	U Pta Al con DVP	Reducción (%) U Pta Al con DVP
Diciembre	5,7	2,4	57,8 %
Enero	5,7	2,6	54,4 %
Febrero	5,7	3,0	46,6 %
Marzo	5,7	3,0	47,9 %
U prom.	5,7	2,8	51,7 %

Si se compara el valor teórico de la transmitancia térmica que posee la puerta de aluminio de terraza sin la doble ventana portátil DVP ($U = 5,70 \text{ W/m}^2\text{K}$), con el valor de

la transmitancia térmica promedio calculado en la puerta de aluminio en presencia de este producto ($U = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$), se puede concluir que cuando está instalada la doble ventana portátil, la puerta de aluminio reduce un promedio de su transmitancia térmica y aumenta su eficiencia energética en torno al 52 %.

2. Cálculo de transmitancia térmica real en cristal de ventana PVC con DVP

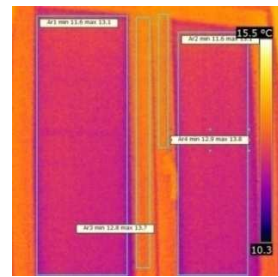
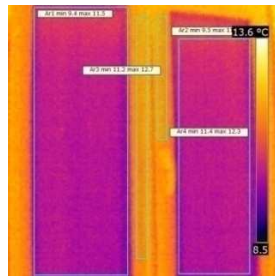
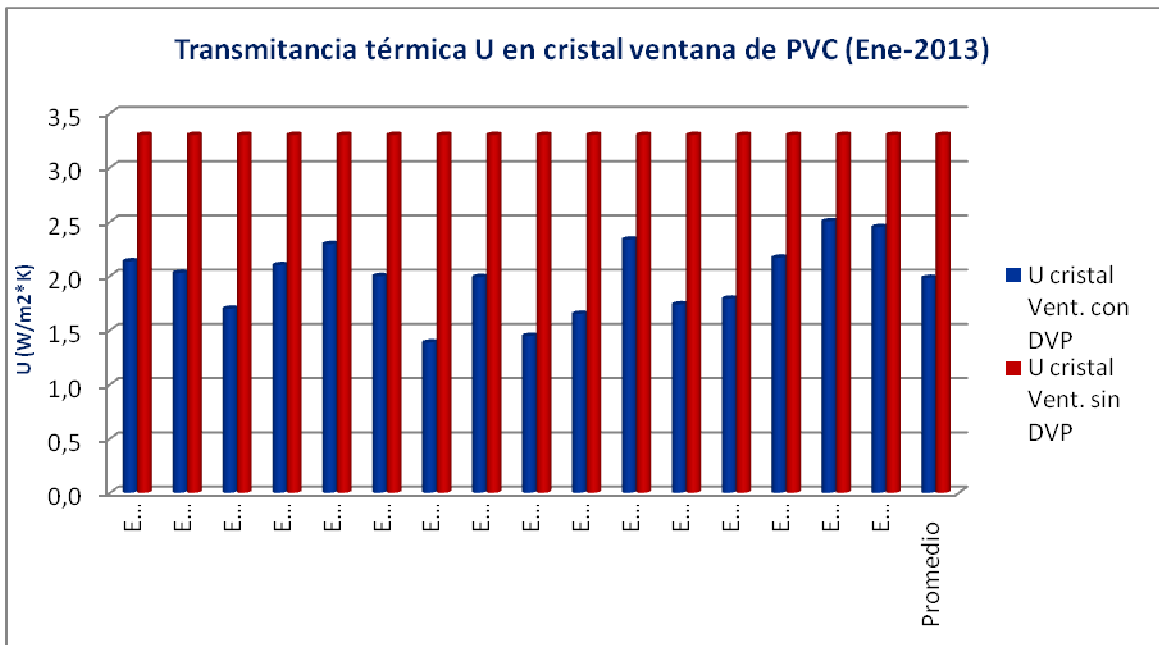


Imagen 7: Ventana objetivo sin DVP

Imagen 5: Ventana objetivo con DVP



Gráfica 4: Ensayos enero 2013. (Rojo) Transmitancia térmica en cristal ventana sin DVP. (Azul) Transmitancia térmica en cristal ventana con DVP

Tabla 4: Transmitancia térmica promedio (U) en cristal ventana PVC objetivo durante el invierno, sin y con producto doble ventana portátil. Reducción promedio (%) valor de U

Mes	U cristal vent. sin DVP	U cristal vent. con DVP	Red. (%) U cristal vent. con DVP
Diciembre	3,3	2,0	40,5 %
Enero	3,3	2,0	40,0 %
Febrero	3,3	1,9	41,9 %
Marzo	3,3	2,0	39,3 %

U prom.	3,3	2,0	40,4 %
---------	-----	-----	--------

Si se compara el valor teórico de la transmitancia térmica que posee en los cristales la ventana PVC con doble acristalamiento sin la doble ventana portátil (U = 3,30 W/m²K), con el valor de la transmitancia térmica promedio calculado en los cristales la ventana PVC en presencia de la DVP (U = 2,00 W/m²K), se puede concluir que cuando está instalada la doble ventana portátil, la ventana PVC con doble acristalamiento reduce un promedio de su transmitancia térmica en el cristal y aumenta su eficiencia energética en torno al 40 %.

3. Cálculo de transmitancia térmica real en marco PVC de ventana con DVP

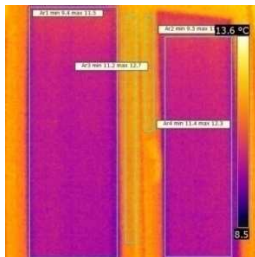


Imagen 7: Ventana objetivo sin DVP

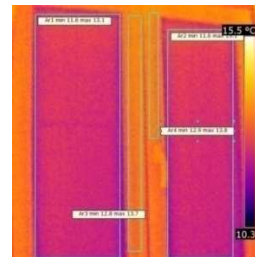
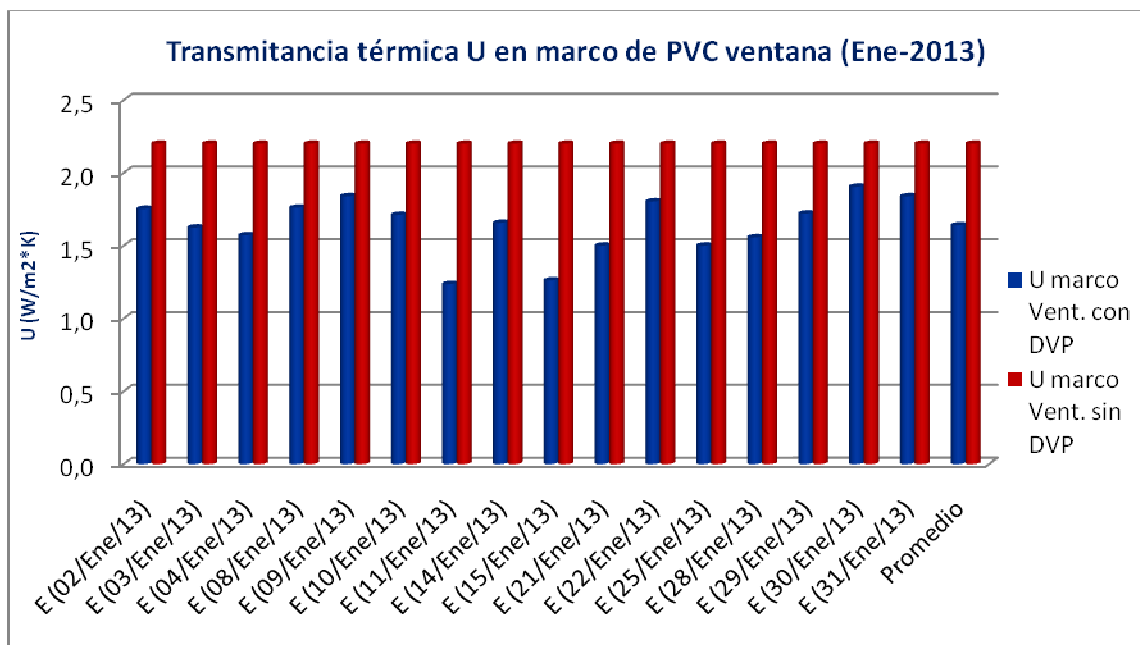


Imagen 5: Ventana objetivo con DVP



Gráfica 5: Ensayos enero 2013. (Rojo) Transmitancia térmica en marco PVC vent sin DVP (Azul) Transmitancia térmica en marco PVC ventana con DVP

Tabla 5: Transmitancia térmica promedio (U) en el marco PVC de ventana objetivo durante el invierno, sin y con doble ventana portátil. Reducción promedio (%) valor de U

Mes	U marco vent. sin DVP	U marco vent. con DVP	Red. (%) U marco vent. con DVP
Diciembre	2,2	1,6	27,5 %
Enero	2,2	1,6	25,5 %
Febrero	2,2	1,6	28,7 %
Marzo	2,2	1,6	28,5 %
U prom.	2,2	1,6	27,6 %

Si se compara el valor teórico de la transmitancia térmica que posee en el marco de PVC la ventana con doble acristalamiento sin la doble ventana portátil ($U = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$), con el valor de la transmitancia térmica promedio calculado en el marco PVC de la ventana en presencia de la DVP ($U = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$), se puede concluir que cuando está instalada la doble ventana portátil, la ventana PVC con doble acristalamiento reduce un promedio de su transmitancia térmica en el marco de PVC y aumenta su eficiencia energética en torno al 28 %.

8. Conclusiones

Los resultados obtenidos comparando el valor de partida de transmitancia térmica que poseen las puertas y ventanas objetivos de estudio, en ausencia del producto doble ventana portátil, con el valor de transmitancia térmica promedio calculado en presencia de la DVP, permiten concluir que cuando está instalada la doble ventana portátil, ventanas y puertas reducen siempre su transmitancia térmica y aumentan su eficiencia energética, de una manera más significativa cuanto peor sea el material de origen que posea la propia puerta o ventana.

Si la política energética de la Unión Europea ha fijado sus objetivos de ahorro de energía y de aumentar la eficiencia energética en un 20 % para el año 2020, simplemente mediante la instalación de la doble ventana portátil en ventanas y puertas de terrazas y balcones de cualquier vivienda, se puede reducir de manera muy notable el consumo de energía primaria, sobre todo en aquellas viviendas que tengan carencias de eficiencia energética causadas por ventanas y puertas deterioradas y con mal aislamiento térmico.

Además de aumentar el aislamiento energético, la DVP evita otros problemas energéticos asociados a ventanas y puertas, pues elimina o reduce drásticamente la aparición de humedades, condensaciones en cristales, manchas en paredes alrededor de la ventana, filtraciones de aire y también de manera muy importante, minimiza la intensidad de ruidos procedentes del exterior de la vivienda.

9. Referencias

- (1) Eficiencia energética. Revista sectorial de la ingeniería industrial, nº 22, enero 2012. Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid
- (2) El Código Técnico y la fabricación de ventanas: Guía para profesionales, www.kdosplus.com
- (3) Guía del curso internacional de termografía infrarroja nivel-1 (ITC-1: Infrared Training Center), (2010). Univ. Politécnica de Valencia.
- (4) Manual del usuario de la serie de equipos FLIR Systems, (Flir b-xx y Flir i-xx con certificado Semko-Dekra – ISO 9001).

(5) www.idae.es

(6) www.meteoclimatic.com

(7) www.mityc.es

CORRESPONDENCIA

Nombre y Apellido: Santiago Miranda Palomino

Teléfono: +34 696 698 821

E-mail: santimirandap@gmail.com