



Declaración ambiental de producto (DAP) para espuma de PU (PUR/PIR) in situ (espuma proyectada) y potencial de ahorro energético

Índice:

1.	Resumen ejecutivo	1
2.	¿Qué es una Declaración Ambiental de Producto?.....	2
3.	Herramienta de cálculo de PU Europe	2
4.	DAPs actualizadas para espuma proyectada de PU para aislamiento térmico	3
5.	DAPs promedio europeas "de la cuna a la puerta" para espuma proyectada de PU para aislamiento térmico	4
6.	Importancia de las unidades funcionales o de referencia	5
7.	Modelado de la fase de uso: cálculo del ahorro energético.....	6
8.	Aviso legal.....	7
9.	Referencias.....	7

1. Resumen ejecutivo

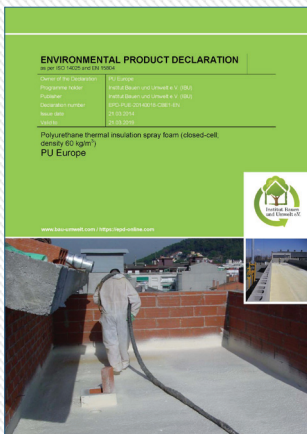
Las DAP (EPD por sus siglas en inglés) para productos de construcción son una herramienta ampliamente reconocida y cada vez más utilizada para evaluar las prestaciones medioambientales de los edificios. La industria del PU suscribe totalmente el concepto de evaluaciones del ciclo de vida basadas en DAPs de edificios y se ha comprometido a proporcionar datos transparentes y precisos.

Esta hoja informativa resume los datos verificados por terceros para diferentes tipos de espuma de PU (PUR/PIR) aplicada in situ (espuma proyectada) para el aislamiento térmico "desde la cuna a la puerta" y, alternativamente, "desde la cuna a la puerta" con recuperación de energía como supuesto al final de su ciclo de vida útil.

Los datos incluyen ahora el ecoperfil actualizado para MDI, el precursor más importante del PU. Esto conduce a unas prestaciones medioambientales significativamente mejoradas en comparación con la versión de 2010.

Los estudios de LCA muestran que la etapa más importante del ciclo de vida de los productos de aislamiento es, con mucho, la fase de utilización. A lo largo de su vida útil, la espuma proyectada de PU para el aislamiento térmico puede ahorrar más de 100 veces la energía que se utilizó para fabricarla.

2. ¿Qué es una Declaración Ambiental de Producto?



Una Declaración Ambiental de Producto (DAP) es una herramienta de comunicación que proporciona información ambiental cuantificada de un producto, proceso o servicio sobre una base armonizada y científica que abarca toda la vida útil o partes de ella. Las DAP no proporcionan una evaluación de las prestaciones medioambientales sino que son un conjunto amplio y transparente de información ambiental para un conjunto predefinido de etapas del ciclo de vida. Una ventaja importante del uso de las DAP es la posibilidad de añadir información basada en LCA en la cadena de suministro. Esta característica hace que las DAP sean particularmente valiosas para el sector de la construcción en el que la construcción final se basa en un gran número de materiales, productos de construcción, procesos y productos semi-manufacturados.

¿Qué es el PU?

El aislamiento de PU se refiere a un grupo de materiales de aislamiento basados en PUR (poliuretano) o PIR (poliisocianurados). La espuma de PU aplicada in situ (espuma proyectada) tiene una alta densidad de reticulación que confiere una buena estabilidad al calor, alta resistencia a la compresión y excelentes propiedades de aislamiento.

La espuma de celda cerrada aplicada in situ tiene una conductividad térmica muy baja de 0,026-0,028 W/mK. La conductividad térmica de la espuma de celda abierta varía de 0,035-0,042 W/mK. [1]

Debe quedar claro a lo largo de la cadena de comunicación que las DAP no pueden compararse entre sí y solo una evaluación a nivel del edificio (o elemento constructivo) en una aplicación final de uso concreta, es relevante. Además, los profesionales del LCA reconocen como una regla básica que los márgenes de error para el uso de energía primaria y el potencial de calentamiento global pueden estimarse en torno al 10%, mientras que normalmente se aplica un margen de error del 20% a todas las demás categorías de impacto. Esto significa que cualquier diferencia dentro de estos márgenes puede considerarse insignificante.

3. Herramienta de cálculo de PU Europe

PU Europe [2] solicitó a PE International el desarrollo de un programa de cálculo de DAP verificado por tercera parte basado en la EN15804. Esta herramienta es capaz de producir DAPs genéricas "desde la cuna a la puerta" para diferentes tipos de productos de aislamiento térmico incluida la espuma de PU in situ. Está vinculada a la herramienta de software y base de datos Gabi. Los detalles sobre los modelos e información de partida pueden obtenerse directamente de la oficina de PU Europe.

Un análisis de sensibilidad demostró que, aparte del agente expandente, las modificaciones en la composición de la espuma y el consumo de energía del proceso de formación de espuma no tienen un impacto significativo sobre los resultados de la DAP y, por tanto, pueden recomendarse los datos promedio de la industria para su utilización en la evaluación de edificios.

Es lamentable que el reconocimiento mutuo de las DAP entre países esté lejos de ser alcanzado en la UE. Esto añade costes a la industria, afecta a la credibilidad del sistema y proporciona una justificación para que terceros desarrollen sistemas alternativos.

4. DAPs actualizadas para espuma proyectada de PU para aislamiento térmico



Los fabricantes de PU proveedores de materia prima se han comprometido en la mejora continua de las prestaciones ambientales del aislamiento de PU y a proporcionar datos ambientales precisos.

La primera revisión de la DAP incluyó el ecoperfil actualizado de los polioles de poliéster [3]. Esta segunda revisión utiliza los nuevos ecoperfiles para MDI [4] y polioles de poliéster [5]. Todos los datos precursores están verificados por tercera parte.

		DAP de espuma proyectada de PU
Conductividad térmica	W/mK	0,028
Densidad	kg/m ³	40
Espesor	m	0,025
Peso de la espuma	kg	1
Valor U de aislamiento	W/m ² K	1,12
Valor R de aislamiento	m ² K/W	0,89
Uso primario de energía renovable	MJ	3,7
Uso primario de energía no renovable	MJ	72,7
Energía primaria total	MJ	76,4
Uso de agua*	m ³	0,017
GWP	kg CO ₂	3,2
ODP**	kg CFC 11	4,06E-06
AP	kg SO ₂	0,0083
EP	kg (PO ₄) ³⁻	0,0011
POCP	kg Ethen	0,0013
ADPE	kg Sb	7,64E-06
ADPF	MJ	68,1
Residuos no peligrosos*	kg	0,0537
Residuos peligrosos*	kg	0,0013
Residuos radiactivos*	kg	0,0018

Tabla 1: Impactos ambientales de 1kg de espuma de celda cerrada de acuerdo con la actualización de 2013 del conjunto de datos de inventario del precursor de PU ("de la cuna a la puerta", densidad: 40 kg/m³, agente expandente: HFC)

GWP Potencial de calentamiento global
ODP Potencial de agotamiento del ozono
AP Potencial de acidificación
EP Potencial de eutrofización
POCP Potencial de creación de ozono fotoquímico
ADPE Potencial de agotamiento abiótico para recursos no fósiles
ADPF Potencial de agotamiento abiótico para recursos fósiles

* no declarado en las EPD certificadas (ciertos datos de partida no cumplen totalmente con EN15804)

** puede redondearse a cero

5. DAPs promedio europeas “de la cuna a la puerta” para espuma proyectada de PU para aislamiento térmico

La elección del agente expandente tiene repercusiones tangibles sobre varios indicadores de impacto ambiental. Otro parámetro importante a considerar es la densidad de la espuma que puede variar significativamente dependiendo de la aplicación de uso final [6].

Por lo tanto esta hoja informativa proporciona varios conjuntos de DAPs: un conjunto para la espuma proyectada para dos unidades de referencia básicas: 1 kg de espuma y 1 m² con un valor de resistencia térmica de R=1 (densidad 40 kg/m³, agente expandente: HFC). Además, un conjunto de cuatro DAPs para espuma proyectada de PU con una resistencia térmica de R=5 y con diferentes densidades y agentes expandentes.

Con el fin de aumentar aún más el valor de nuestras DAP, esta hoja informativa distingue entre un escenario “de la cuna a la puerta” y un escenario que abarca “de la cuna a la puerta” y el final de vida (recuperación de energía). La inclusión de la recuperación de energía en la DAP conduce a un uso de energía primaria total significativamente menor (54,4 MJ en lugar de 76,4 MJ por kg de espuma de expansión de HFC con una densidad de 40 kg/m³), pero incrementa el calentamiento global potencial de 3,2 kg CO₂ to 4,7 kg CO₂.

Tabla 2: Impactos ambientales siguiendo los dos escenarios:

1. Cuna a puerta: “Sin”
2. Cuna a puerta y final de vida (recuperación de energía): “Con”

Unidades de referencia: 1 kg/1 m² y resistencia térmica R = 1 m²K/W (densidad: 40 kg/m³, agente expandente HFC, celda cerrada)

		Espuma proyectada 1 kg		Espuma proyectada R=1	
Conductividad térmica	<i>W/mK</i>	0,028		0,028	
Densidad	<i>kg/m³</i>	40		40	
Espesor	<i>m</i>	0,025		0,028	
Peso de la espuma	<i>kg</i>	1		1,12	
Valor U de aislamiento	<i>W/m²K</i>	1,12		1,00	
Valor R de aislamiento	<i>m²K/W</i>	0,89		1,00	
Recuperación de energía al final de la vida útil		sin	con	sin	con
Uso primario de energía renovable	<i>MJ</i>	3,7	2,4	4,2	2,6
Uso primario de energía no renovable	<i>MJ</i>	72,7	52,0	81,4	58,1
Energía primaria total	<i>MJ</i>	76,4	54,4	85,6	60,7
Uso de agua*	<i>m³</i>	0,0170	1,3716	0,0191	1,5343
GWP	<i>kg CO₂</i>	3,2	4,7	3,6	5,2
ODP**	<i>kg CFC 11</i>	4,06E-06	4,00E-06	4,55E-06	4,50E-06
AP	<i>kg SO₂</i>	0,0083	0,0071	0,0093	0,0080
EP	<i>kg (PO₄)³⁻</i>	0,0011	0,0012	0,0012	0,0020
POCP	<i>kg Ethen</i>	0,0013	0,0011	0,0014	0,0012
ADPE	<i>kg Sb</i>	7,64E-06	8,90E-06	8,56E-06	9,90E-06
ADPF	<i>MJ</i>	68,1	50,4	76,3	56,4
Residuos no peligrosos*	<i>kg</i>	0,0537	0,0967	0,0601	0,1082
Residuos peligrosos*	<i>kg</i>	0,0013	0,0012	0,0014	0,0013
Residuos radiactivos*	<i>kg</i>	0,0018	0,0006	0,0020	0,0006

* no declarado en las DAP certificadas (ciertos datos de partida no cumplen totalmente con EN15804)

** puede redondearse a cero

Tabla 3: Impactos ambientales conforme a los dos escenarios:

1. Cuna a puerta: "Sin"
2. Cuna a puerta y final de vida (recuperación de energía): "Con"

Unidades de referencia: 1 m² de espuma proyectada con una resistencia térmica de R=5m²K/W, celda cerrada

		HFC Densidad 40		HFC Densidad 50		HFC Densidad 60		Agua Densidad 12	
		R=5		R=5		R=5		R=5	
Conductividad térmica	W/mK	0,026		0,026		0,026		0,036	
Densidad	kg/m ³	40		50		60		12	
Espesor	m	0,130		0,130		0,130		0,180	
Peso de la espuma	kg	5,20		6,50		7,80		2,16	
Valor U de aislamiento	W/m ² K	0,20		0,20		0,20		0,20	
Valor R de aislamiento	m ² K/W	5		5		5		5	
Recuperación de energía al final de la vida útil		sin	con	sin	con	sin	con	sin	con
Uso primario de energía renovable	MJ	19,4	12,2	24,3	15,3	29,2	18,4	6,6	3,6
Uso primario de energía no renovable	MJ	378,0	269,9	473,0	338,5	567,0	405,2	146,0	101,2
Energía primaria total	MJ	397,4	282,1	497,3	353,8	596,2	423,6	152,6	104,8
Uso de agua*	m ³	0,0885	7,2125	0,1110	8,9410	0,1330	10,7690	0,0478	3,0078
GWP	kg CO ₂	16,6	24,4	20,7	30,5	24,9	36,7	6,48	9,7
ODP**	kg CFC 11	2,11E-05	2,11E-05	2,64E-05	2,64E-05	3,17E-05	3,17E-05	8,74E-05	8,70E-05
AP	kg SO ₂	0,0432	0,0369	0,0539	0,0461	0,0647	0,0554	0,0151	0,0125
EP	kg (PO ₄) ³⁻	0,0055	0,0064	0,0069	0,0080	0,0082	0,0096	0,0020	0,0024
POCP	kg Ethen	0,0067	0,0055	0,0084	0,0069	0,0100	0,0082	0,0020	0,0015
ADPE	kg Sb	3,97E-05	4,65E-05	4,97E-05	5,82E-05	5,96E-05	6,99E-05	1,80E-05	2,08E-05
ADPF	MJ	354,0	261,2	443,0	327,7	531,0	392,3	138,0	99,6
Residuos no peligrosos*	kg	0,2790	0,5023	0,3490	0,6288	0,4190	0,7543	0,1140	0,2068
Residuos peligrosos*	kg	0,0065	0,0061	0,0082	0,0076	0,0098	0,0091	0,0035	0,0033
Residuos radiactivos*	kg	0,0092	0,0029	0,0115	0,0036	0,0138	0,0043	0,0034	0,0007

* no declarado en las DAP certificadas (ciertos datos de partida no cumplen totalmente con EN15804)

** puede redondearse a cero

6. Importancia de las unidades funcionales o de referencia

Es importante tener en cuenta la densidad y espesor de cualquier material de aislamiento empleado en una aplicación de uso final particular. Estos dos parámetros determinarán el peso total y la cantidad de un aislante específico requerido para esa aplicación, así como los impactos ambientales relacionados propios. La afirmación comparativa a niveles de construcción o componentes también debe considerar los efectos de reacción de la elección de materiales sobre el espesor y la resistencia estructural de los elementos de construcción y la posible necesidad de añadir materiales auxiliares para lograr unas prestaciones comparables de la construcción (elemento). Para los productos de aislamiento, hay dos tipos útiles de unidades funcionales o de referencia:

- Los basados en el comportamiento de la resistencia térmica, p.ej. 1 m^2 de un elemento de pared a un valor R (o valor U) fijo. En este caso, los impactos de la fase de uso relacionados con el consumo de energía podrían considerarse equivalentes para las diferentes soluciones estudiadas.
- Los basados en el espesor del aislante p.ej., 1 m^2 de un elemento de pared con 5cm de aislamiento. Esta unidad de referencia es especialmente relevante en proyectos de renovación, donde la diferencia de resistencia térmica puede resultar en diferentes niveles de rendimiento térmico del elemento de construcción y, por tanto, en diferente consumo de energía de la fase de uso e impactos ambientales relacionados.



Para obtener asistencia adicional en cuanto a la forma de utilizar los datos de la DAP, por favor, póngase en contacto con **PU Europe**.

7. Modelado de la fase de uso: cálculo del ahorro energético

EL POLIURETANO AHORRA ENERGÍA



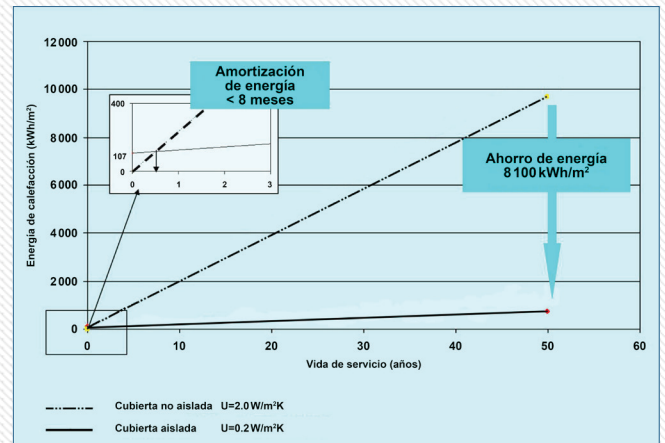
Conjuntamente con “los costes” de aplicar el aislamiento de PU, es importante determinar “los beneficios” de la fase de uso. Este capítulo ofrece una evaluación de los ahorros potenciales que el aislamiento de PU puede lograr a lo largo de su ciclo de vida utilizando la herramienta de modelado incluida en el programa de cálculo de la DAP verificada por tercera parte. Los resultados comparan un edificio no aislado con un edificio aislado con espuma proyectada de PU (clima moderado). Si bien estos resultados no pueden extrapolarse a todas las aplicaciones, proporcionan una visión interesante en los beneficios de la fase de uso del aislamiento de PU de alto rendimiento.

El siguiente gráfico muestra que con sólo 130mm de aislamiento de espuma proyectada de PU (densidad: 40 kg/m^3 , HFC-expandido, celda cerrada), lo que equivale a un valor R de 5, puede lograrse un ahorro energético anual de 162 kWh (582 MJ) de energía primaria por m^2 de superficie aislada. A lo largo de un ciclo de vida de 50 años, los ahorros pueden suponer hasta 8100 kWh (29100 MJ) por m^2 , si bien solo se utilizarán 106 kWh (o 397 MJ según los cálculos de la DAP) para producir 1 m^2 de espuma proyectada de PU en primer lugar, casi una relación de 1 a 75. Si en el cálculo se incluye la recuperación de energía como supuesto de fin de vida útil, entonces el uso de energía primaria para 1 m^2 de espuma proyectada de PU se reduciría a 78 kWh (280 MJ). En este escenario el aislamiento de PU ahorraría 104 veces la energía utilizada para su producción.

Esto también significa que la cantidad de energía utilizada para producir aislamiento de espuma proyectada de PU se recupera posteriormente en menos de ocho meses gracias a la energía ahorrada en la fase de uso.

Asumiendo un precio de la energía de $0,19\text{ €/kWh}$ y un precio del gas de $0,13\text{ €/kWh}$, una capa de aislamiento de PU de 100 m^2 ahorraría $\text{€}105000$ a lo largo de 50 años (valores no descontados asumiendo precios de energía estables y sin inflación).

Supuestos	
Grados días	3700
Espesor del aislamiento	130mm
Valor R de aislamiento	5m ² K/W
Valor U de aislamiento	0.2W/m ² K
Eficiencia de la caldera	0.88
Fuente de calefacción del espacio	gas
Eficiencia de conversión de energía primaria	1.1
Demanda de energía primaria de calefacción	$Q \text{ (kWh)} = (U \times \text{superficie} \times \text{horas grado}) \times \text{conversión de energía primaria} / \text{eficiencia de la caldera}$



8. Aviso legal

Si bien toda la información y recomendaciones de esta publicación pertenecen a lo mejor de nuestro conocimiento, información y creencia vigente en la fecha de la publicación, nada de lo aquí contenido debe interpretarse como una garantía, expresa o de cualquier otro tipo.

9. Referencias

- [1] Más sobre las diferencias entre la espuma proyectada de PU de celda abierta y celda cerrada en la hoja informativa de PU Europe 22: *Espuma de poliuretano (PU) de celda cerrada y abierta (Differences between closed-cell and open-cell spray polyurethane (PU) foam)*
- [2] PU Europe es la asociación europea de fabricantes de aislamiento de PU (www.pu-europe.eu)
- [3] Consulte **PU Europe project: Eco-Profile of Aromatic Polyester Polyols (APP)**
- [4] Consulte **ISOPA Eco-profile MDI-TDI 2012-04**
- [5] Consulte **ISOPA Eco-profile Polyether Polyols 2012-04**
- [6] Para más detalles consulte el sitio web www.excellence-in-insulation.eu