

DAU

11/069 D

Documento de adecuación al uso

Denominación comercial:

Elastospray
1623/10/DAU:
IsoPMDI 92140

Tipo genérico y uso:

Sistema de espuma de poliuretano bicomponente aplicada in situ para el aislamiento térmico y la contribución a la impermeabilización de la fachada.

Titular del DAU:

BASF Española SL

Can Ràbia, 3 – 5
ES-08017 Barcelona
Tel. 93 496 40 00
www.pu.basf.eu/es

Planta de producción:

Compositor Verdi 36-38
ES-08191 Rubí (Barcelona)
Tel. 93 680 61 00

Validez:

Desde: 03.05.2011
Hasta: 02.05.2016

Edición y fecha:

D 07.01.2015

La validez del DAU 11/069 está sujeta a las condiciones del *Reglamento del DAU*. La edición vigente de este DAU es la que figura en el registro que mantiene el ITeC (accesible en itec.es y a través del siguiente código QR).



Este documento consta de 32 páginas.
Queda prohibida su reproducción parcial.

El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU (BOE 94, 19 de abril de 2002) e inscrito en el Registro General del CTE (Resolución de 3 de septiembre de 2010 – Ministerio de Vivienda).

ITeC

Control de ediciones

Edición	Fecha	Apartados en los que se han producido cambios respecto a la edición anterior
A	03.05.2011	Creación del documento.
B	05.07.2012	Se incluyen nuevos valores de ensayo en la tabla 2.3 y en el apartado 9. Se modifica la disposición de las tablas del apartado 2. Se realiza una corrección general de erratas. Se incluyen fotografías.
C	19.04.2013	Se incluyen criterios de diseño y de puesta en obra en relación con la protección de mortero en soluciones de fachada ventilada.
D	07.01.2015	Se cambia el nombre y dirección del titular. Se incluye las características del marcado CE del producto y se eliminan las referencias a la antigua UNE. Se incluyen nuevos ensayos de adherencia del mortero de protección.

Índice

1. Descripción del sistema y usos previstos	4	7. Referencias de utilización	23
1.1. Definición del sistema constructivo	4	8. Visitas de obra	23
1.2. Usos a los que está destinado	4	9. Evaluación de ensayos y cálculos	24
1.3. Limitaciones de uso	4	9.1. Resistencia mecánica y estabilidad (RE 1)	24
2. Componentes del sistema	5	9.2. Seguridad en caso de incendio (RE 2)	24
2.1. Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140	5	9.2.1. Reacción al fuego	24
2.1.1. Componente A (poliol)	5	9.3. Higiene, salud y medio ambiente (RE 3)	24
2.1.2. Componente B (isocianato)	5	9.3.1. Estanquidad al agua de la fachada	24
2.1.3. Características de la espuma Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140	5	9.3.2. Estanquidad al agua del aislamiento	25
2.2. Mortero de protección	7	9.3.3. Ensayo de absorción de agua a largo plazo por inmersión y absorción de agua a corto plazo	25
3. Fabricación	8	9.3.4. Grado de impermeabilidad	25
3.1. Materias primas	8	9.3.5. Ensayos de permeabilidad al vapor de agua	25
3.2. Proceso de fabricación	8	9.3.6. Cálculos de comprobación de condensaciones	26
3.3. Presentación del producto	8	9.4. Seguridad de utilización (RE 4)	26
3.3.1. Envasado de los productos	8	9.5. Protección frente al ruido (RE 5)	26
3.3.2. Etiquetado	8	9.6. Ahorro de energía y aislamiento térmico (RE 6)	26
4. Control de la producción	9	9.7. Aspectos de durabilidad, servicio e identificación	26
4.1. Control de materias primas	9	9.7.1. Ensayos de estabilidad dimensional	26
4.2. Control del proceso de fabricación	9	9.7.2. Ensayos de adherencia	27
4.3. Control del producto final acabado	9	9.7.3. Ensayos de resistencia a la fatiga	27
5. Almacenamiento, transporte y recepción en obra	10	9.7.4. Ensayos de resistencia a tracción	27
5.1. Almacenamiento	10	9.8. Identificación de los componentes de la espuma Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140	27
5.2. Transporte	10	10. Comisión de Expertos	28
5.3. Control de recepción de los elementos en obra	10	11. Documentos de referencia	28
6. Criterios de proyecto y ejecución del sistema	11	12. Evaluación de la adecuación al uso	30
6.1. Criterios de proyecto	11	13. Seguimiento del DAU	31
6.1.1. Espesores de aplicación	11	14. Condiciones de uso del DAU	31
6.1.2. Criterios de diseño	11	15. Lista de modificaciones de la presente edición	32
6.1.3. Seguridad estructural	11		
6.1.4. Seguridad en caso de incendio	12		
6.1.5. Salubridad	12		
6.1.6. Seguridad de utilización	13		
6.1.7. Protección frente al ruido	13		
6.1.8. Ahorro de energía y aislamiento térmico	13		
6.1.9. Durabilidad	13		
6.2. Detalles constructivos	14		
6.3. Criterios de ejecución	17		
6.3.1. Operaciones previas	17		
6.3.2. Condiciones de aplicación	17		
6.3.3. Preparación de la superficie	18		
6.3.4. Instalación del producto	18		
6.3.5. Ejecución de puntos singulares	20		
6.3.6. Controles durante la instalación del producto	20		
6.4. Prevención de patologías	21		
6.5. Criterios de mantenimiento y reparación	21		

1.

Descripción del sistema y usos previstos

1.1.

Definición del sistema constructivo

Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 es un sistema bicomponente de espuma de poliuretano aplicada in situ por proyección con la maquinaria adecuada. Los dos componentes de este sistema son:

- Componente A (poliol): Elastospray 1623/10/DAU, consiste en una mezcla de polioles, conteniendo catalizadores, estabilizantes, ignifugantes y agentes expandentes (HFC). No contiene HCFC.
- Componente B (isocianato): IsoPMDI 92140, MDI (Difenilmetano-diisocianato).

Una vez aplicados, estos componentes forman una espuma rígida y continua adherida sobre toda la superficie aplicada. En la figura 1.1 se muestra la aplicación de la espuma. La espuma final presenta las características nominales indicadas en la tabla 2.3.

La expansión de la espuma se realiza mediante la acción de HFC (365mfc, 227ea y 245fa) y CO₂ (procedente de la reacción química de agua con el isocianato). La proporción de estos gases dentro de la celda en la espuma sin envejecimiento es del 35-50% para el HFC y de 50-65% para el CO₂.

El sistema se presenta en tres reactividades diferentes con ligeros ajustes en la catálisis, en función de las condiciones climáticas de aplicación previstas:

- Elastospray 1623/10/DAUV (V=Verano), para condiciones de aplicación cálidas (10 a 40 °C).
- Elastospray 1623/10/DAUI (I=Invierno), para condiciones de aplicación frías (5 a 35 °C).
- Elastospray 1623/10/DAUX (X=Extremo invierno), para condiciones de aplicación muy frías (0 a 30°C).

Nota: las temperaturas indicadas arriba son recomendaciones del fabricante para orientar la elección del producto más adecuado.

En ciertas aplicaciones, en las que se precisa una reacción al fuego más elevada que la que ofrece el producto solo, se puede proteger la espuma con un mortero. El mortero considerado en este DAU para esta función es Aditivo 97087, aplicado con una imprimación de Aditivo 97088. Debe garantizarse un espesor mínimo de 5 mm de mortero en toda la superficie.

1.2.

Usos a los que está destinado

El sistema Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 se utiliza para el aislamiento térmico y la contribución a la impermeabilización de la fachada, como barrera de resistencia muy alta a la filtración de agua (nivel de prestación B3, según DB-HS).

En este DAU se han considerado 6 soluciones constructivas de referencia que han servido como modelo para la evaluación. Estas soluciones se describen en el apartado 6.1.2.

1.3.

Limitaciones de uso

No se considera ninguna limitación especial para la espuma de poliuretano para los usos y soluciones constructivas considerados en este DAU. En cualquier caso, se deberán tener en cuenta las limitaciones propias de cada una de las soluciones constructivas definidas en el apartado 6.1.

Los aspectos más relevantes a tener en cuenta para una posible limitación del uso del producto son las prestaciones de reacción al fuego (propagación interior y exterior, según el caso), de aislamiento térmico y de limitación de las condensaciones.

No se prevé un espesor máximo de aplicación del producto, pero deberá analizarse en cada caso concreto cómo puede afectar el espesor de aislante a la solución constructiva propuesta (por ejemplo, al dimensionado de la subestructura del revestimiento de fachada considerando la longitud de los anclajes, en soluciones como la solución 6 del apartado 6.1.2).



Figura 1.1: Proyección de Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.

2. Componentes del sistema

2.1. Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140

El sistema de espuma de poliuretano Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 está formado por un polioli (componente A) y un isocianato (componente B). Este sistema dispone del marcado CE de acuerdo con la norma UNE-EN 14315-1 (declaración de prestaciones número ES19-0001-VV-CPR-14, siendo VV el número de versión).

2.1.1 Componente A (polioli)

El componente A de la espuma es el polioli Elastospray 1623/10/DAU, que presenta las características indicadas en la tabla 2.1 para sus tres formulaciones (verano, invierno y extremo invierno).

Característica	Método	Valor
Índice OH	UNE 53985-1	250 ± 20 mgKOH/g
Contenido en agua	ISO 14897	2,40 ± 0,2% en masa
Densidad a 25 °C (*)	-	1150 kg/m ³
Viscosidad a 25 °C (*)	EN ISO 3219	260 mPa·s

(*) Valores típicos (no son especificación).

Tabla 2.1: Características del componente A (polioli).

2.1.2 Componente B (isocianato)

El componente B de la espuma es el isocianato IsoPMDI 92140, que presenta las características indicadas en la tabla 2.2.

Característica	Método	Valor
Contenido en NCO	UNE 92120-1 ASTM D5155-A	31,5 ± 1,0% en masa
Densidad a 25 °C(*)	-	1230 kg/m ³
Viscosidad a 25 °C (*)	EN ISO 3219	220 mPa·s

(*) Valores típicos (no son especificación).

Tabla 2.2: Características del componente B (isocianato).

2.1.3 Características de la espuma Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140

Las características principales de la espuma de poliuretano Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 se indican en las tablas 2.3, 2.4, 2.5 y 2.6.

Característica	Método de ensayo	Prestación
Reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	Clase Ed0
Permeabilidad al agua	UNE-EN 1609 método B	< 0,20 kg/m ²
Resistencia térmica	UNE-EN 12667	Véase la tabla 2.6
Permeabilidad al vapor de agua	UNE-EN 12086 método A	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, $\mu = 70$
Resistencia a compresión	UNE-EN 826	Prestación no evaluada(*)
Incandescencia continua	Se está desarrollando un método de ensayo armonizado para esta característica.	

Durabilidad de las prestaciones frente a al envejecimiento / degradación:

Reacción al fuego		La reacción al fuego no decrece con el tiempo
Resistencia térmica	UNE-EN 14315-1	Véase la tabla 2.6
Resistencia a compresión		La resistencia a compresión no decrece con el tiempo

(*) Valor típico, no especificación: 200 kPa (10% de deformación).

Tabla 2.3: Características recogidas en el marcado CE de la espuma Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.

Característica	Método de ensayo	Prestación
Contenido en celda cerrada	UNE-EN ISO 4590	> 90%
Absorción de agua a largo plazo	UNE-EN 12087 método 1B	< 0,20 kg/m ²
	UNE-EN 12087 método 2B	< 2% en volumen
Estanqueidad al agua	UNE-EN 1928	Satisfactorio (60 kPa)
Estabilidad dimensional (**) a +70 °C, 90% HR y a -20 °C	UNE-EN 1604	DS(TH)1 (s/ UNE-EN 14315-1)
Reacción al fuego de la espuma protegida:	UNE-EN 13501-1	Clase B-s2,d0 (***)
Calor específico (*)	-	1400 a 1500 J/kg-K

(*) Valor típico, no especificación
(**) Nivel DS(TH) determinado en probetas con piel y sin piel (extraídas del núcleo). Véase el ensayo realizado en el apartado 9.7.1. Los valores indicados son válidos para el rango de espesores de capa considerados en este DAU (de 10 a 30 mm).
(***) Esta clase se consigue protegiendo el producto con el mortero indicado en el apartado 2.2. Véase el ensayo realizado en el apartado 9.2.1.

Tabla 2.4: Otras características contempladas en el DAU.

Característica	Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140		
	Formulación V	Formulación I	Formulación X
Relación de mezcla (A : B)	100 : 107 ± 2 (en masa)		
Tiempo de crema (CT)	4 ± 1 s	3 ± 1 s	3 ± 1 s
Tiempo de hilo (GT)	7 ± 2 s	6 ± 2 s	5 ± 2 s
Tiempo de tacto libre (TFT)	9 ± 2 s	8 ± 2 s	7 ± 2 s
Densidad libre en vaso	29,0 ± 2,0 kg/m ³		

Métodos de ensayo de acuerdo con el anexo E de la norma UNE-EN 14315-1. Medida a 23 ± 2 °C y con la relación de mezcla indicada.

Tabla 2.5: Características de control de la espumación de Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.

Espesor (mm)	Conductividad térmica declarada, λ ₀ (W/m-K)	Resistencia térmica, R ₀ (m ² -K/W)
30	0,028	1,05
35	0,028	1,25
40	0,028	1,40
45	0,028	1,60
50	0,028	1,80
55	0,028	1,95
60	0,028	2,15
65	0,028	2,30
70	0,028	2,50
75	0,028	2,70
80	0,027	3,00
85	0,027	3,20
90	0,027	3,40
95	0,027	3,55
100	0,027	3,75
105	0,027	3,95
110	0,027	4,15
115	0,027	4,30
120	0,026	4,70
125	0,026	4,90
130	0,026	5,10
135	0,026	5,30
140	0,026	5,45
145	0,026	5,65
150	0,026	5,85
155	0,026	6,05
160	0,026	6,25
165	0,026	6,45
170	0,026	6,65
175	0,026	6,85
180	0,026	7,05
185	0,026	7,25
190	0,026	7,45
195	0,026	7,65
200	0,026	7,85

Tabla 2.6: Prestaciones térmicas de la espuma Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140, según indicado en el marcado CE.

2.2.

Mortero de protección

En las soluciones constructivas que precisan una reacción al fuego más elevada que la que ofrece el sistema Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140, se debe proteger la espuma con un mortero que el titular del DAU comercializa bajo la denominación Aditivo 97087.

Se trata de un mortero preparado compuesto por una mezcla de cementos y áridos seleccionados con resinas en polvo, cuyas características de puesta en obra y características principales de producto se recogen en las tablas 2.7 y 2.8.

Característica	Valor
Agua de amasado	5 litros / saco (25 kg)
Tiempo aproximado de mezcla	3 minutos (*)
Tiempo aproximado de maduración	5 minutos (*)
Tiempo aproximado de trabajabilidad	2 horas
Tiempo tras el cual es:	
• Cargable mecánicamente	3 días
• Cargable con presión de agua	7 días
Temperatura de aplicación (soporte y material)	De + 5 °C hasta + 30 °C
(*) Tiempos indicados para mezcla manual del mortero. No aplican en caso de utilizar sistemas de mezcla y proyección en continuo.	

Tabla 2.7: Propiedades de puesta en obra del mortero Aditivo 97087.

La aplicación de este mortero sobre poliuretano deberá ejecutarse con una capa previa del producto Aditivo 97088 a modo de imprimación. El espesor total de mortero aplicado deberá ser como mínimo 5 mm.

Tanto el mortero como la imprimación son fabricados y comercializados por BASF Española SL.

Característica	Método de ensayo	Valor
Identificación del producto		
Aspecto general y color	Control visual	Polvo gris
Densidad	UNE-EN 1097-3	1310 ± 50 kg/m ³
Granulometría de los componentes secos (% pasa el tamiz de 1 mm)	UNE-EN 12192-1	100%
Consistencia	EN 1015-3	195 ± 10 mm
Prestaciones del producto		
Resistencia mecánica a compresión	Método interno	≥ 30 MPa (tras 28 días)
Resistencia mecánica a flexotracción	Método interno	≥ 6,5 MPa (tras 28 días)
Retracción lineal	UNE-EN 12617-1	< 0,3%
Coefficiente de dilatación térmica	UNE-EN 1770	$\alpha_T \leq 30 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Permeabilidad al vapor de agua	EN ISO 7783-1 EN ISO 7783-2	Clase I
Absorción capilar y permeabilidad al agua	UNE-EN 1062-3	≤ 0,1 kg/m ³ ·h ^{0,5}
Resistencia a fisuración	UNE-EN 1062-7	Clase A4 (+ 20 °C) Clase A3 (- 10 °C, - 20 °C)
Conductividad térmica, λ	(*)	0,70 W/m·K
Calor específico, c_p	(*)	1000 J/kg·K
Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, μ	(*)	10
Adherencia sobre poliuretano inicial	UNE-EN 1015-12	0,14 MPa
Adherencia sobre poliuretano después de envejecimiento	UNE-EN 1015-12 UNE-EN 1015-21	0,11 MPa
(*) Datos extraídos de la tabla 3.5 del Catálogo de Elementos Constructivos del CTE. Se indican como referencia para los cálculos.		

Tabla 2.8: Características del mortero Aditivo 97087.

3. Fabricación

El componente A (Poliol) es fabricado por BASF Española SL en su planta de Rubí. El componente B (Isocianato) es fabricado por BASF Antwerpen NV en Amberes (Bélgica), y transportado a la planta de BASF Española SL en Rubí.

3.1. Materias primas

Las materias primas que se utilizan en la fabricación de los dos componentes de la espuma de poliuretano Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 son:

Componente A (Poliol):

- Sus materias primas son: polioles de distintos tipos, un ignifugante, un catalizador, una mezcla de agentes expandentes y otros aditivos.

Componente B (Isocianato):

- IsoPMDI 92140

3.2. Proceso de fabricación

Componente A (Poliol)

El proceso de fabricación se realiza por lote de forma discontinua. Consta de las siguientes fases:

- Limpieza del reactor.
- Adición de las materias primas al mezclador. Cada materia prima se adiciona por separado, para determinar exactamente el peso, y en la secuencia indicada en la orden de fabricación.
- Mezclado de las diferentes materias primas por agitación en el mezclador.
- Homogenización de la mezcla, formando un lote de fabricación. Una vez homogéneo se toma una muestra para el control de calidad.
- Envasado en bidones.
- Etiquetado.

Durante todo el proceso y para asegurar la trazabilidad del mismo se asignan números de lote a:

- Cada materia prima.
- La cantidad de mezcla homogeneizada durante la producción.
- Cada envasado.

Componente B (Isocianato)

El componente B (Isocianato) es fabricado por BASF Antwerpen NV en Amberes (Bélgica) y se transporta hasta las instalaciones de BASF Española SL en Rubí donde se somete a los siguientes procesos:

- Almacenado en tanques de gran capacidad.
- Envasado en bidones.

Durante todo el proceso y para asegurar la trazabilidad del mismo se asignan números de lote a:

- Cada materia prima.
- Cada envasado.

3.3. Presentación del producto

3.3.1

Envasado de los productos

Generalmente los dos componentes del sistema se suministran en los siguientes envases:

- Componente A: bidón azul cerrado 205 l tipo 1A1.
- Componente B: bidón rojo cerrado 205 l tipo 1A1.

Muy ocasionalmente y a petición del cliente se puede suministrar el producto en contenedores tipo IBC, bidón cerrado de 50 litros o a granel en camión cisterna.

Los bidones se pueden paletizar y flejar a petición del cliente.

3.3.2

Etiquetado

Todos los envases están etiquetados. En cada etiqueta se incluye la siguiente información:

Componente A (Poliol)

- Indicación de componente A con el tipo de formulación correspondiente (V, I o X)
- Relación de mezcla con el componente B.
- Fecha de caducidad.
- Número de lote de envasado.
- Descripción del sistema.

Componente B (Isocianato)

- Descripción del producto.
- Indicación de componente B.
- Caducidad.
- Número de lote de envasado.
- Indicación del sistema.

La clasificación para el transporte de cada uno de los componentes se encuentra en la documentación de envío.

4. Control de la producción

BASF Española SL fabrica los productos del sistema Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 en su planta de fabricación de Rubí, en la que tiene implementado un sistema de control de producción en fábrica para estos productos.

El control de producción implantado abarca las fases de recepción de materias primas, de fabricación y de expedición de producto acabado.

La empresa dispone de un certificado que acredita que su fabricación es conforme con la UNE-EN ISO 9001:2000 así como un certificado conforme a la norma UNE-EN ISO 14001:2004 de gestión medioambiental.

4.1. Control de materias primas

Materia prima	Parámetro controlado	Frecuencia de control
Poliol	Color	Cada lote
	Viscosidad	
	Contenido en agua	
	Índice OH	
	Acidez	
Ignifugante	Color y aspecto	Cada lote
	Acidez	
	Contenido en agua	
Catalizador	Contenido en agua	Cada lote
	Riqueza	
Aditivo	Color y aspecto	Cada lote
	Viscosidad	
Expandentes	Pureza	Cada lote
	Acidez	
	Contenido en agua	
	Contenido en expandente 1	
	Contenido en expandente 2	
IsoPMDI 92140	Color y aspecto	Cada lote
	Viscosidad	
	Contenido en isocianato libre	

Tabla 4.1: Control de materias primas (por tipo de producto).

4.2. Control del proceso de fabricación

Se controlan los procesos relativos a:

- Limpieza del reactor.
- Carga de materias primas.
- Agitación.
- Envasado y etiquetado.
- Almacenamiento.
- Expedición.

4.3. Control del producto final acabado

En la tabla 4.2 se detallan los controles que se realizan a los componentes así como al producto mezcla de ambos. Estos controles se llevan a cabo en el laboratorio propio del fabricante.

Característica	Método	Frecuencia
Índice OH del poliol (componente A)	Método interno (*)	Cada 5 lotes
Contenido en agua del poliol (componente A)		
Contenido en NCO del isocianato (componente B)		
Tiempo de crema (CT)	Método interno (*)	Cada lote
Tiempo de hilo (GT)		
Tiempo de tacto libre (TFT)		
Densidad libre		
Conductividad térmica inicial	UNE-EN 12667	4 al año
Conductividad térmica envejecida		1 cada 2 años
Reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	4 al año
Contenido en celda cerrada	UNE-EN ISO 4590	4 al año

(*) Métodos propios de BASF Española SL, basados en la norma UNE 92120-1.

Tabla 4.2: Control del producto final acabado.

5. Almacenamiento, transporte y recepción en obra

5.1. Almacenamiento

Para asegurar una correcta conservación de los productos y su posterior procesado deben respetarse los parámetros indicados a continuación. Esta información también se recoge en la documentación que el fabricante aporta a cada uno de sus clientes (información técnica y hojas de seguridad).

Temperatura

La temperatura óptima de almacenamiento es de +10 a +25 °C.

A temperaturas superiores, el agente expandente disuelto en el componente A (Poliol) se libera ejerciendo una sobrepresión en los bidones. Esta sobrepresión provoca que los bidones se hinchen y puede generar ebulliciones incontroladas al abrir el bidón.

Se debe evitar la exposición de los bidones a la luz solar directa y a temperaturas elevadas durante largos periodos de tiempo.

Se debe evitar la exposición de los bidones a temperaturas inferiores a -10° C durante largos periodos de tiempo, puesto que pueden provocar cristalizaciones en el componente B (Isocianato) que posteriormente obstruirían las conducciones de la máquina de proyección.

Humedad

Los componentes A y B son sensibles a la humedad por lo que siempre deben conservarse en bidones o depósitos cerrados herméticamente. Los envases deben protegerse de la entrada de agua y de la humedad.

La absorción de agua por el componente A puede producir fallos durante el procesado. Por otra parte, el componente B reacciona con la humedad, formando aductos sólidos de urea y desprendiendo gas CO₂. La presencia de CO₂ provoca sobrepresión dentro de los bidones.

Validez

Tanto el componente A como el componente B tienen un tiempo óptimo establecido para su uso, indicado en sus etiquetas respectivas con las fechas de fabricación y de caducidad.

Dentro de este periodo ambos componentes conservan sus propiedades físicas, se mantiene el tiempo de reacción propio entre los dos componentes y la espuma obtenida presenta todas sus propiedades.

Pasado este tiempo se puede producir una pérdida de reactividad del sistema, que podría provocar problemas en su aplicación.

BASF Española SL realiza la expedición de ambos componentes garantizando que el usuario final dispone de un tiempo de uso de como mínimo 3 meses.

Punto de inflamación

El componente A (poliol) Elastospray 1623/10/DAU contiene 365mfc como agente expandente. Éste es un gas inflamable, no obstante, gracias a las especiales características del producto y la presencia de otros gases, la mezcla no presenta un punto de inflamación por debajo de 100 °C.

Dejar los recipientes abiertos durante largos plazos de tiempo puede provocar la pérdida de gases del producto y que la mezcla alcance un punto de inflamación por debajo de 65 °C. Por ello se recomienda mantener los bidones cerrados y a una temperatura inferior a 30 °C.

5.2. Transporte

Antes de cada suministro se comprueba que todos los envases están correctamente etiquetados y se revisa su estado exterior para comprobar que éstos no presentan abolladuras ni están hinchados.

Las condiciones de expedición de los productos hasta su entrega al cliente se establecen en función de:

- Las condiciones legales del producto y del transporte.
- Las condiciones técnicas del transporte.

El transporte de los bidones de producto se realiza en camiones que cumplen las normas de carga y seguridad exigidas por BASF Española SL.

5.3. Control de recepción de los elementos en obra

- Control visual del etiquetado.
- Control documental del boletín de análisis de los componentes del sistema.
- Control visual de los bidones: ni abolladuras ni hinchamientos importantes.

6. Criterios de proyecto y ejecución del sistema

6.1. Criterios de proyecto

6.1.1 Espesores de aplicación

Los espesores de espuma a aplicar se definen en proyecto en función de la zona climática en que se encuentre el edificio y la clasificación energética deseada.

Se deberán aplicar las capas necesarias para obtener el espesor indicado en el proyecto. El espesor de aplicación de cada capa debe estar comprendido entre 10 y 30 mm. Para mantener una buena estabilidad de la espuma no es aconsejable aplicar capas de espesores superiores (véase la figura 6.1).



Figura 6.1: Ejemplo de aplicación por capas.

6.1.2 Criterios de diseño

6.1.2.1 Variantes del sistema

Este DAU considera los siguientes tipos de soluciones constructivas:

- Solución 1: aislamiento en la cara interna de la hoja exterior de obra vista, con tabiquería cerámica (véase la figura 6.2).
- Solución 2: aislamiento en la cara interna de la hoja exterior de obra vista, con tabiquería de yeso laminado (véase la figura 6.3).
- Solución 3: aislamiento en la cara interna de la hoja exterior de ladrillo hueco o bloque de

hormigón con revoco de cemento, con tabiquería cerámica (véase la figura 6.4).

- Solución 4: aislamiento en la cara externa del tabique interior de cerámica (véase la figura 6.5).
- Solución 5: aislamiento en fachada con acabado de piedra natural (véase la figura 6.6).
- Solución 6: aislamiento en fachada ventilada (véase la figura 6.7).

La espuma de poliuretano debe aplicarse desde el interior o desde el exterior, en función del tipo de solución constructiva considerada. En el apartado 6.3.5 se describen particularidades de cada caso.

6.1.2.2 Aspectos relevantes a considerar en el diseño

En el proyecto de la envolvente térmica del edificio se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. El espesor mínimo de espuma a aplicar
2. Las características y dimensiones del resto de elementos que forman la envolvente térmica del edificio (perfiles, revestimientos, etc.).
3. La tolerancia en espesor para la aplicación de la espuma.
4. La tolerancia en espesor para la aplicación de la protección de mortero.

Además del espesor mínimo previsto para cumplir con las exigencias térmicas, podrá ser necesario fijar un espesor máximo de espuma (y de mortero de protección, cuando aplique) con el fin de mantener las cotas de cada capa de la envolvente térmica y garantizar así su función. Especialmente en fachadas tipo solución 6 se deberá asegurar el espesor mínimo previsto de la cámara de aire y la correcta fijación del revestimiento de fachada ventilada. En los demás tipos de soluciones constructivas estos aspectos también se deberán tener en cuenta, si bien pueden ser menos relevantes.

Las cotas mínimas y máximas de espesor previstas en proyecto para la aplicación de la espuma y del mortero de protección deberán comunicarse a los aplicadores de estos productos.

6.1.3 Seguridad estructural

Este requisito no es de aplicación a la espuma de poliuretano considerada en este DAU.

6.1.4

Seguridad en caso de incendio

6.1.4.1

Reacción al fuego

La espuma de poliuretano ofrece una prestación de reacción al fuego clase E cuando el producto está expuesto al fuego sin ningún tipo de protección. Las soluciones constructivas consideradas en este DAU presentan siempre cierto grado de protección y por lo tanto se deberán tener en cuenta las consideraciones siguientes en fase de proyecto.

Propagación interior

La tabla 4.1 del Documento Básico (en adelante DB) SI1 del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE), resume las condiciones de reacción al fuego que deben cumplir los elementos constructivos para limitar el riesgo de propagación por el interior del edificio. La exigencia contempla también a aquellos materiales que se encuentran en capas contenidas dentro de las paredes y que no estén protegidas por una capa EI 30 como mínimo. En este sentido:

- Las soluciones 1, 3, 4, 5 y 6 ofrecen una protección a la espuma de poliuretano EI 30 o superior, por lo que no es aplicable este requisito.
- La solución 2, si bien no ofrece una resistencia al fuego EI 30, de acuerdo con el Real Decreto 110/2008 se considera que su reacción al fuego en su aplicación final de uso es:
 - B-s1,d0: con placas de yeso laminado de espesor $\geq 9,5$ mm, núcleo de yeso de densidad ≥ 600 kg/m³ y gramaje de cartón > 220 y ≤ 320 g/m².
 - A2-s1,d0: con placas de yeso laminado de espesor $\geq 9,5$ mm, núcleo de yeso de densidad ≥ 600 kg/m³ y gramaje de cartón ≤ 220 g/m².

Al mismo tiempo se deberán cumplir las condiciones indicadas en dicho Real Decreto (relativas al montaje, fijación y sellado de las placas de yeso laminado).

También deberán considerarse, cuando apliquen, las exigencias del apartado 3 del DB-SI1 relativas al paso de instalaciones a través de los espacios ocultos en elementos de compartimentación de incendios.

Propagación exterior

Con el fin de limitar la propagación del fuego por el exterior del edificio, el DB-SI2 establece que los materiales que ocupen más del 10% de la superficie interior de las cámaras ventiladas deberán ser como mínimo B-s3,d2 en las siguientes situaciones:

- Hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público.
- En toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, en cualquier caso.

Esta exigencia es aplicable a la solución 6 (aplicación en fachadas ventiladas). Para cumplir con esta clase de reacción al fuego, es necesario proteger la espuma de poliuretano con el mortero indicado en el apartado 2.2 de este DAU. Se ha realizado un ensayo de reacción al fuego de la espuma protegida con 5 mm de mortero, cuyo resultado se resume en el apartado 9.2.1 y muestra que esta solución cumple con el requisito para la limitación de la propagación exterior, para un espesor medio de espuma igual o inferior a 70 mm.

6.1.5

Salubridad

6.1.5.1

Grado de impermeabilidad al agua de lluvia

La espuma Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 aplicada en un espesor mínimo de 30 mm puede considerarse una barrera de resistencia muy alta a la filtración, es decir un revestimiento tipo B3, además de ser aislante térmico. De acuerdo con el DB-HS, un revestimiento de tipo B3 debe tener las siguientes características:

- Estanquidad al agua
- Adherencia al soporte
- Permeabilidad al vapor de agua
- Adaptación a los movimientos del soporte
- Estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos.

En el apartado 9.3.4 se indican las comprobaciones que se han realizado en este DAU para justificar estas características con un espesor mínimo de la espuma de 30 mm.

Siendo la espuma un revestimiento tipo B3, puede considerarse que todas las soluciones constructivas consideradas en este DAU tienen un grado de impermeabilidad 5, dado que las hojas principales de fachada pueden clasificarse como tipo C1.

En cualquier caso, debe tenerse en cuenta que para garantizar la impermeabilidad de la fachada es importante una correcta ejecución de la hoja principal, especialmente teniendo en cuenta la colocación y amortado de las piezas que la forman y el sellado de sus puntos más sensibles (jambas, cajas de persiana, cantos de forjado, etc.).

Siempre que sea relevante para las soluciones propuestas, se deberán seguir las indicaciones del

apartado 2.3.3.5 del DB-HS1 respecto a la evacuación de aguas que puedan penetrar la hoja principal de la fachada.

Las soluciones en puntos singulares deberán garantizar que se mantiene la impermeabilidad de la fachada, además de que no se producen puentes térmicos. En el apartado 6.3.5 se dan indicaciones para algunos de estos puntos.

6.1.5.2

Limitación de condensación

Se han establecido las características para la realización de los cálculos higrotérmicos indicados en el CTE, dichas características son: conductividad térmica, densidad absoluta, calor específico y factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, con el fin de poder calcular el riesgo de condensaciones en la fase de proyecto.

Las características higrotérmicas de la espuma Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 se muestran en la tabla 2.3.

El cálculo deberá realizarse utilizando el espesor de aplicación definido en el proyecto, en función de las necesidades del edificio.

6.1.6

Seguridad de utilización

Dado que el producto siempre queda oculto para el usuario del edificio, este requisito no es de aplicación a la espuma de poliuretano considerada en este DAU.

6.1.7

Protección frente al ruido

No se ha evaluado la contribución al aislamiento al ruido aéreo de las soluciones constructivas en las que interviene Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.

Cuando aplique, podrán tomarse como referencia los valores de aislamiento al ruido aéreo indicados en el Catálogo de Elementos Constructivos del CTE que correspondan a las soluciones consideradas en este DAU (véase 6.1.2.1).

En cualquier caso, debe considerarse que en general el aislamiento acústico de las fachadas recae en buena medida en el aislamiento de sus aberturas (ventanas y puertas). Por otro lado la espuma puede contribuir al sellado de posibles fisuras en la fachada que pueden comprometer el aislamiento acústico de esta.

6.1.8

Ahorro de energía y aislamiento térmico

6.1.8.1

Aislamiento térmico

Las características necesarias para realizar los cálculos higrotérmicos de acuerdo con el CTE de las soluciones en las que interviene la espuma Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 se indican en la tabla 2.3 y 2.6 (véase la tabla 2.8 para el mortero de protección). El proyectista, en función de las condiciones particulares de la fachada, considerará la necesidad de introducir la corrección del valor de la conductividad térmica debido a la influencia de la humedad y la temperatura, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN ISO 10456.

Los ensayos realizados se resumen en el apartado 9.6.1.

El valor de conductividad térmica indicado se estima para un periodo medio de 25 años.

6.1.8.2

Inercia térmica

Los datos relevantes para el cálculo de la inercia térmica son:

- Calor específico, J/(kg·K).
- Masa superficial, kg/m².
- Densidad, kg/m³.
- Resistencia, m²·K/W, o transmitancia térmica, W/m²·K.

Estos datos pueden obtenerse a partir de la información de las tablas 2.3 y 2.4 de este DAU (tabla 2.8 para el mortero de protección). Los valores típicos de inercia térmica de la capa de espuma son muy inferiores a la inercia térmica de las hojas de cerámica u hormigón del cerramiento.

6.1.9

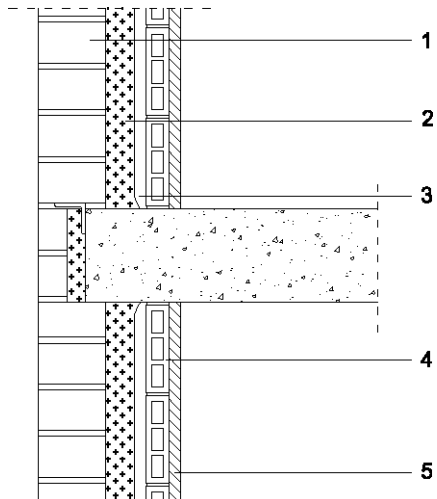
Durabilidad

La durabilidad de Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 se asegura con buenas medidas de diseño en el proyecto, véase el apartado 6.1, y una correcta ejecución prestando especial atención a la solución de los puntos singulares, véanse los apartados 6.2 y 6.3.

Los ensayos realizados con envejecimiento de las probetas permiten asumir que las prestaciones de la espuma de poliuretano indicadas en este DAU se mantienen durante su vida útil.

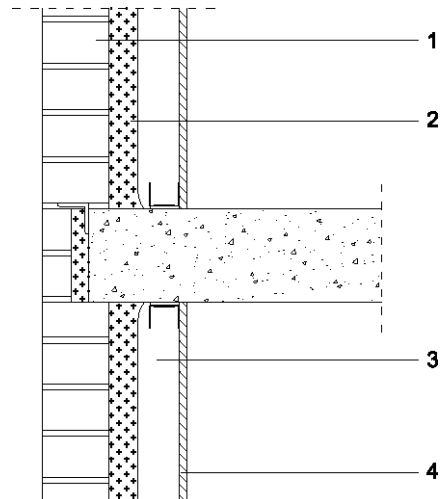
Las características ensayadas que se consideran relevantes para la evaluación de la durabilidad se recogen en el apartado 9.7.

6.2. Detalles constructivos



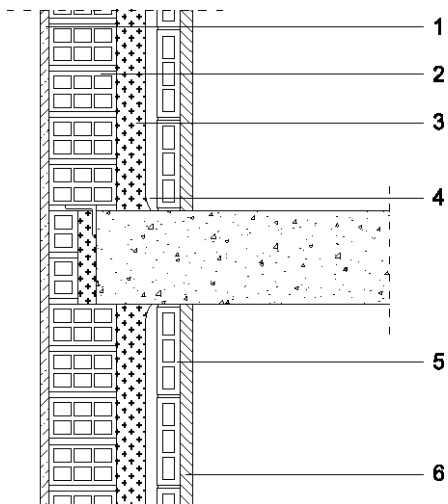
1. Ladrillo perforado 1/2 pie, 115 mm.
2. Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.
3. Cámara de aire no ventilada, 20 mm.
4. Ladrillo hueco, 40 mm / 70 mm.
5. Yeso de enlucido, 20 mm.

Figura 6.2: Solución 1: Aislamiento en la cara interna de la hoja exterior de obra vista, con tabiquería cerámica.



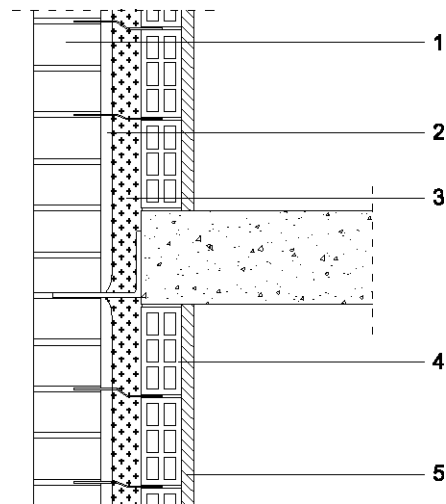
1. Ladrillo perforado 1/2 pie, 115 mm.
2. Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.
3. Montantes y cámara de aire no ventilada, 30 mm
4. Placa o panel de yeso laminado, 13 mm

Figura 6.3: Solución 2: Aislamiento en la cara interna de la hoja exterior de obra vista, con tabiquería de yeso laminado.



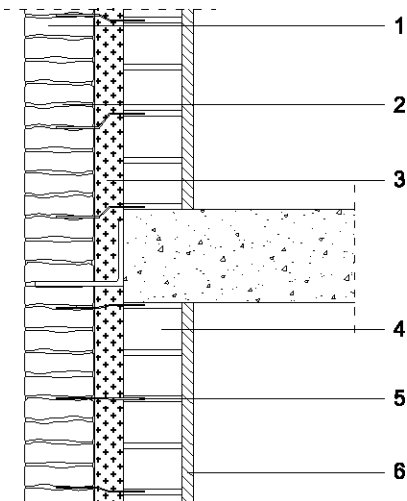
1. Revoco de cemento, 15 mm.
2. Ladrillo hueco, 115 mm, o bloque de hormigón, 140 mm.
3. Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.
4. Cámara de aire no ventilada, 20 mm.
5. Ladrillo hueco, 40 mm / 70 mm.
6. Yeso de enlucido, 20 mm.

Figura 6.4: Solución 3: Aislamiento en la cara interna de la hoja exterior de ladrillo hueco o bloque de hormigón con revoco de cemento, con tabiquería cerámica.



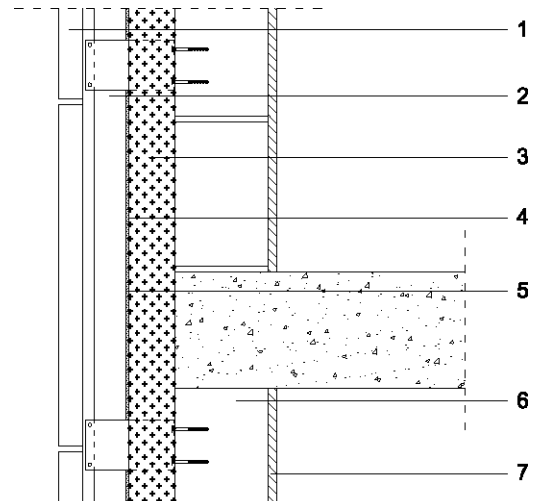
1. Ladrillo perforado 1/2 pie, 115 mm.
2. Cámara de aire no ventilada, 20 mm.
3. Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.
4. Ladrillo hueco, 70 mm.
5. Yeso de enlucido, 20 mm.

Figura 6.5: Solución 4: Aislamiento en la cara externa del tabique interior de cerámica.



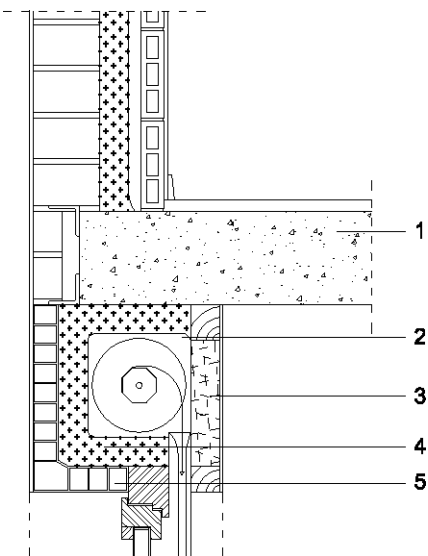
1. Acabado de piedra natural, 120 mm.
2. Mortero.
3. Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.
4. Ladrillo hueco, 115 mm.
5. Conector metálico o plástico.
6. Yeso de enlucido, 20 mm.

Figura 6.6: Solución 5: Aislamiento en fachada con acabado de piedra natural.



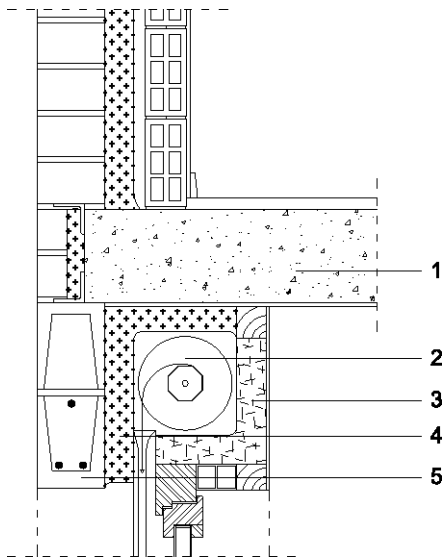
1. Acabado exterior, 20 mm.
2. Cámara de aire ventilada, 40 mm.
3. Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.
4. Imprimación Aditivo 97088.
5. Mortero de protección Aditivo 97087, 5 mm.
6. Bloque de hormigón, 140 mm, o ladrillo perforado 115 mm.
7. Yeso de enlucido, 15 mm.

Figura 6.7: Solución 6: Aislamiento en fachada ventilada con aplacado exterior.



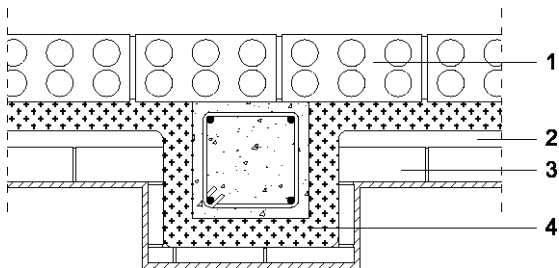
1. Forjado.
2. Persiana completa y caja de persiana.
3. Placa de poliestireno extrudido (Styrodur®).
4. Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.
5. Dintel de frente de persiana prefabricado

Figura 6.8: Caja de persiana por el exterior.



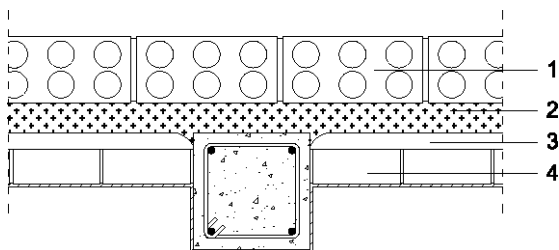
1. Forjado.
2. Persiana completa y caja de persiana.
3. Placa de poliestireno extrudido (Styrodur®).
4. Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.
5. Hoja exterior

Figura 6.9: Caja de persiana por el interior.



1. Hoja exterior.
2. Cámara de aire no ventilada, 20mm.
3. Tabique interior.
4. Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.

Figura 6.10: Aislamiento entre pilar en fachada y hoja exterior. Aislamiento rodeando el contorno.



1. Hoja exterior.
2. Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.
3. Cámara de aire no ventilada, 20 mm.
4. Tabique interior.

Figura 6.11: Aislamiento entre pilar en fachada y hoja exterior. Formación de media caña.

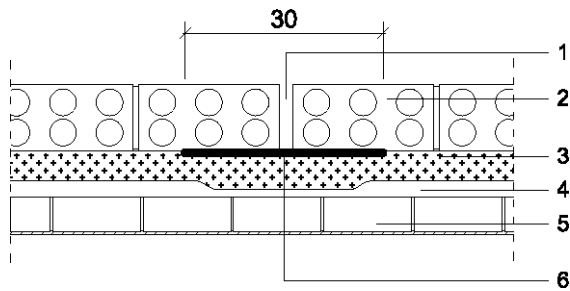


Figura 6.12: Tratamiento de las juntas de dilatación.

1. Junta de dilatación.
2. Hoja exterior.
3. Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.
4. Cámara de aire.
5. Tabique interior.
6. Lámina plástica antiadherente.

6.3. Criterios de ejecución

6.3.1

Operaciones previas

Previamente a la aplicación de Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 en obra se realizará una inspección que incluirá las siguientes acciones:

- Identificar el tipo de soportes a aislar, la consistencia del material que lo forma y las condiciones en las que se encuentra. Se comprobará que los soportes están limpios sin presencia de polvo ni grasa.
- Determinar el área de la superficie a aislar.
- Identificar las juntas de dilatación y agujeros de ventilación que puedan existir en la superficie de aplicación de la espuma de poliuretano.
- Verificar el reglado de la maquinaria.

Para aplicaciones de la espuma de poliuretano desde el exterior y en condiciones de viento, es totalmente recomendable cubrir toda la fachada a proyectar con una lona protectora para evitar el manchado de las zonas colindantes.

No es necesario incorporar aditivos a los componentes de la espuma de poliuretano ni agitarlos antes de su utilización.

El personal aplicador del producto deberá disponer de experiencia suficiente en la aplicación de este tipo de productos (véase el apartado 6.3.6).

6.3.2

Condiciones de aplicación

Para obtener un óptimo desarrollo de las prestaciones de Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 es necesario respetar las condiciones de aplicación que se detallan en los apartados siguientes. El aplicador deberá comprobar que se cumplen estas condiciones antes de aplicar la espuma.

En cuanto al mortero Aditivo 97087, el titular del DAU dispone de una *Guía de aplicación* y una *Ficha del*

sistema de protección, que recogen las recomendaciones y condiciones más relevantes para su correcta aplicación.

6.3.2.1

Condiciones ambientales

Las condiciones climatológicas ejercen influencia sobre la calidad y las prestaciones declaradas de la espuma en los trabajos por proyección y pueden modificar el rendimiento del producto.

Por ello es importante controlar:

Temperatura ambiente y del soporte

Durante la proyección, la temperatura ambiente y la del soporte no deben ser inferiores a las indicadas a continuación, en función de la formulación del componente A utilizado:

- 10 °C para Elastospray 1623/10/DAUV
- 5 °C para Elastospray 1623/10/DAUI
- 0 °C para Elastospray 1623/10/DAUX

Temperaturas inferiores pueden dificultar la adhesión de la espuma al soporte y provocar pérdidas de rendimiento.

Asimismo a temperaturas elevadas la reacción de espumación se produce muy violentamente sobre la superficie, lo que puede provocar daños al substrato y una densidad de la espuma inferior a la deseada.

Humedad ambiente y del soporte

La superficie de aplicación debe estar limpia y seca. En superficies de materiales porosos (cerámicos o de hormigón) la humedad del soporte no debe sobrepasar el 20%. En superficies no porosas se verificará que no existen condensaciones superficiales.

La humedad relativa del aire en el lugar de trabajo debe ser inferior al 85% para minimizar el riesgo de condensaciones superficiales.

La presencia de humedad superficial conduce a la formación de una espuma muy porosa con propiedades mecánicas deficientes y con baja adherencia sobre el substrato.

Gotas de agua esporádicas pueden ocasionar ampollas claramente visibles en la espuma.

Para la proyección se debe procurar que el aire comprimido de la máquina esté completamente seco.

Velocidad del viento

Como criterio general, se debe evitar la aplicación de la espuma por el exterior siempre que la velocidad del viento sobrepase los 30 km/h.

Velocidades del viento superiores pueden provocar:

- Consumos elevados de material debido a pérdidas por arrastre del viento
- Problemas de suciedad en lugares cercanos a la zona de proyección.
- Superficie de la espuma aplicada muy irregular.

El aplicador deberá evaluar en cada caso particular si el viento o corrientes de aire, si se proyecta por el interior pueden impedir la correcta proyección de la espuma.

6.3.2.2

Condiciones de la máquina de proyección

La máquina de proyección debe estar especialmente diseñada para realizar la mezcla y proyectar. Estas máquinas son habitualmente de alta presión con pistola autolimpiable.

Los parámetros que se regularán en la máquina son los siguientes:

Relación de mezcla

El producto se aplicará con la siguiente proporción de mezcla:

$A / B = 1 / 1$ en volumen o $100 / 107$ en masa.

La proporción se controlará antes de cada aplicación midiendo los caudales de los dos componentes antes de su paso por el mezclador de la máquina de proyección. El valor no debe diferir del 5% en masa al valor indicado.

Temperatura y presión de los componentes

La máquina debe disponer de un controlador de temperaturas en los precalentadores y en las mangueras. La temperatura de trabajo se debe regular entre 30 °C y 50 °C según sean las condiciones ambientales.

La presión de los productos se debe ajustar entre 50 y 80 bar (máquinas de alta presión).

Será necesaria una correcta regulación de temperatura y presiones de la máquina en función del tipo de pistola y cámara de mezcla a fin de garantizar la calidad de mezcla del producto y la obtención de un vano de proyección adecuado para la correcta aplicación de la espuma.

6.3.3

Preparación de la superficie

En condiciones climatológicas favorables, la adherencia de Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 sobre la mayoría de los materiales empleados como soporte (hormigón, ladrillo, madera, acero,...) es buena, siempre que éstos estén limpios (libres de polvo y grasa) y secos.

En cualquier caso y antes de proceder a la aplicación por proyección es preciso realizar una pequeña prueba de adherencia sobre el substrato a fin de garantizar una buena fijación.

6.3.4

Instalación del producto

6.3.4.1

Generalidades de la instalación del producto

La proyección de la espuma se realizará por tramos. La proyección se comenzará por la parte superior del tramo. Cada tramo se proyecta en dirección horizontal, de derecha a izquierda y de izquierda a derecha, de forma continua.

El espesor de aplicación de cada capa debe estar comprendido entre 10 y 30 mm. El aplicador deberá controlar el espesor total aplicado mediante un punzón graduado, para garantizar el espesor definido en proyecto (véase la figura 6.13).



Figura 6.13: Ejemplo de punzón graduado.

Se aconseja que la distancia de aplicación entre la pistola y la superficie de aplicación sea alrededor de 80 cm, aunque pueden admitirse variaciones.

La primera capa de espuma se aplicará en forma de imprimación (capa muy fina mediante una pasada rápida) para conseguir un buen anclaje a la superficie (véase la figura 6.14). Una vez que esta capa esté curada (seca al tacto), se procederá a la aplicación de las sucesivas capas hasta alcanzar el espesor final.

El aplicador deberá tener constancia de los aspectos indicados en el apartado 6.1.2.2 relacionados con las tolerancias dimensionales a respetar en soluciones de fachadas ventiladas.

Durante la aplicación se debe evitar el contacto con llamas abiertas, la presencia de fuentes de ignición y asegurar una correcta ventilación en la zona de trabajo.

Durante la elaboración y manipulación del Sistema deben tenerse en cuenta las *Hojas de Seguridad* de cada uno de los productos y las *Medidas de seguridad y precaución en la manipulación de sistemas de poliuretano* de BASF Española SL.

Gracias a los cortos tiempos de reacción, la proyección puede realizarse en paredes verticales sin que se produzcan descuelgues. El endurecimiento de la espuma es rápido y puede soportar esfuerzos mecánicos al cabo de pocos minutos, si bien la espuma no estará totalmente curada hasta transcurridas aproximadamente 24 horas.



Figura 6.14: Aplicación de la capa de imprimación.

6.3.4.2

Aplicación de la espuma desde el exterior

La aplicación desde el exterior se realiza con la ayuda de un andamiaje o de un elevador o grúa. Una vez realizada la estructura y levantada la hoja interior (trasdosado) se aplica la capa de poliuretano sobre la cara externa de esta hoja siguiendo las recomendaciones indicadas en los apartados anteriores.

La proyección debe cubrir toda la pared, si fuese necesario, incluyendo los frentes de forjado.

Al ejecutar la hoja exterior, se deja una cámara de aire entre la espuma proyectada y dicha hoja, tal como se indica en las figuras 6.5, 6.6 y 6.7.

Consideraciones particulares para la solución 6

En el caso de que durante la instalación de la fachada ventilada sea necesario realizar soldaduras de los elementos metálicos que la sujetan, deberá preverse que estas se realicen antes de aplicar la espuma de poliuretano. Cualquier otro daño que pueda producirse en la espuma durante la instalación de la subestructura del revestimiento de fachada deberá ser reparado antes de instalar dicho revestimiento. Véase un ejemplo de esta aplicación en la figura 6.15.



Figura 6.15: Instalación del sistema por el exterior en el caso de una fachada ventilada.

Cuando se considere necesario en proyecto, deberá aplicarse una capa de mortero con el fin de proteger la espuma frente a la propagación del fuego por el exterior (véase el apartado 2.2). Entre la aplicación de la espuma y la del mortero no deberán transcurrir más de 2 meses.

6.3.4.3

Aplicación de la espuma desde el interior

Una vez levantada la hoja exterior se aplica la espuma de poliuretano sobre la cara interna de la hoja exterior, siguiendo las recomendaciones indicadas en los apartados anteriores.

Al ejecutar el trasdosado deberá dejarse una cámara entre la espuma proyectada y la hoja interior de aire, tal como se indica en las figuras 6.2, 6.3 y 6.4.

Consideraciones particulares para la solución 2

Para el caso de la tabiquería interior de yeso laminado con perfilera metálica se puede proceder de dos modos:

- Con la perfilera metálica instalada se proyecta la espuma de poliuretano entre los montantes. En este caso se recomienda aplicar cera o aceite a los montantes para facilitar su limpieza después del proyectado.
- Se instalan las guías superior e inferior de la perfilera y se proyecta la espuma de poliuretano sobre la superficie interior de la hoja exterior. Posteriormente se instala la perfilera delante del poliuretano proyectado. Se recomienda esperar a que la espuma haya curado completamente.

6.3.5

Ejecución de puntos singulares

Como criterio general, deberán seguirse las soluciones habituales para el sellado de la hoja principal de la fachada a la altura de los perfiles de los cantos de los forjados y otros puntos singulares especialmente sensibles como cajas de persiana o juntas de dilatación, para evitar la penetración de agua por estos puntos.

A continuación se describen soluciones particulares propias del sistema objeto del DAU:

Encuentros con pilares

Si la hoja interior del cerramiento se encuentra con el pilar éste puede aislarse aplicando la espuma de poliuretano alrededor de todo su contorno (véase la figura 6.10).

En caso de que el pilar se encuentre con la hoja interior del cerramiento y no sea posible aplicar la espuma alrededor de todo el contorno se debe efectuar media caña a cada lado del encuentro con el pilar de manera que todo el área visible del pilar quede cubierta con la espuma (véase la figura 6.11).

Encuentros con forjado superior e inferior

En aplicaciones por el interior se recomienda la realización de media caña en los encuentros con los forjados inferior y superior (véase la figura 6.2, 6.3 o 6.4).

Huecos de persianas

Tanto las cajas de persiana instaladas por el interior como las instaladas por el exterior se proyectarán con la espuma por todo el perímetro de las mismas.

Juntas de dilatación

Deberá evitarse la aplicación de la espuma directamente sobre las juntas de dilatación.

En estos puntos se deberá instalar previamente una membrana separadora elástica de unos 30 cm de ancho centrada en la junta. Esta lámina deberá ser de

un material antiadherente, como por ejemplo de caucho sintético.

Una vez instalada la lámina, se aplicará la espuma por encima de ella de la forma habitual.

6.3.6

Controles durante la instalación del producto

El personal aplicador del producto deberá disponer la experiencia suficiente en la aplicación de este tipo de productos y realizar las verificaciones e informes previstos en la norma UNE 92120-2.

Para llevar a cabo un correcto procesado, las condiciones básicas de partida son las siguientes:

- El vano de proyección debe ser regular, de sección circular y constante, sin interrupciones, durante la aplicación.
- El material proyectado debe salir en estado líquido de la punta de pistola y espumar rápidamente después de alcanzar la superficie.

Los posibles problemas que pueden aparecer en relación con la proyección, así como la solución propuesta por el fabricante, se presentan en las tablas 6.1 y 6.2.

Para el control del producto aplicado, deben seguirse los apartados 5.3, 5.4 y 5.5 de la norma UNE 92120-2, en los que se indican las verificaciones de autocontrol a realizar por el aplicador, relativas a:

- Apariencia externa
- Densidad
- Espesor

Además del espesor mínimo indicado en la UNE 92120-2, también deberá garantizarse un espesor máximo de aplicación, siempre que se considere relevante según lo indicado en el apartado 6.1.2.2.

Estas comprobaciones se deberán realizar como mínimo una vez al inicio de cada día de trabajo y cada nueva obra.

Al finalizar la instalación de la espuma el aplicador deberá declarar que esta se ha llevado a cabo de acuerdo con los requerimientos de la norma extendiendo un certificado o informe.

En la aplicación del mortero Aditivo 97087deberá controlarse:

- Apariencia externa (textura/consistencia del mortero, adherencia y descuelgue)
- Espesor aplicado

En algunos casos, la aplicación por proyección de este mortero puede dejar alguna parte sin recubrir completamente, por ejemplo alrededor de los perfiles verticales de la fachada ventilada. En estos casos, deberá repasarse a mano todas las zonas

descubiertas, como mínimo en las situaciones indicadas como más relevantes de cara a la propagación exterior del fuego (véase 6.1.4.1).

El responsable de la obra deberá comprobar que las especificaciones del producto prescrito en proyecto y del producto final aplicado coinciden.

6.4.

Prevención de patologías

Una vez aplicado el producto, pueden darse ciertas patologías si no ha sido proyectado en las condiciones adecuadas. En la tabla 6.3 se identifican estos posibles problemas, así como la forma de prevenirlos. Todos los defectos indicados son irreversibles y pueden aparecer transcurrido un tiempo desde la aplicación de la espuma de poliuretano.

6.5.

Criterios de mantenimiento y reparación

El sistema aplicado no precisa mantenimiento.

El material dañado o mal aplicado debe eliminarse completamente y aplicarse de nuevo.

Problema	Posible causa	Solución
El producto llega bien a la superficie pero tarda tiempo en reaccionar	Baja temperatura de la superficie de aplicación	Aumentar la temperatura de las mangueras
	Regulación incorrecta de la temperatura de los componentes	
La pistola se obstruye frecuentemente	Exceso de temperaturas de los componentes	Disminuir ligeramente la temperatura de las mangueras

Tabla 6.1: Posibles problemas de aplicación del producto y sus soluciones.

Problema	Posible causa	Solución
Vano de forma irregular	Aguja de la pistola de proyección mal regulada	Regular la posición
	Presencia de suciedad en la cámara de mezcla	Limpiar la cámara
Vano con vetas de colores	Exceso de temperatura de los componentes	Disminuir ligeramente la temperatura de las mangueras
	Gran diferencia de viscosidad entre componentes	Ajustar la temperatura de los componentes. Aumentar la temperatura del componente que aparece más viscoso
Vano muy cerrado	Viscosidad alta de los componentes	Aumentar la temperatura de los componentes y la presión de la mezcla
Vano muy abierto, formación de mucha niebla	Demasiado aire en la punta de la pistola de proyectar	Disminuir el paso del aire
	Temperatura excesiva	Reducir ligeramente la temperatura
	Presión de mezcla excesiva	Reducir ligeramente la presión

Tabla 6.2: Posibles problemas en relación con el vano de proyección y sus soluciones.

Problema	Posible causa	Prevención
Despegue de la espuma	Superficie muy fría.	Evitar aplicaciones sobre soportes por debajo de 5 °C.
	Superficie antiadherente o con polvo.	Realizar una prueba de adherencia.
	Presencia de humedad.	Comprobar que el soporte esté seco.
	Superficie no consistente.	No aplicar sobre superficies que no sean firmes (*).
	Falta de curado de la 1ª capa (imprimación).	Esperar a que esté seca al tacto.
Excesiva contracción o deformación de la espuma	Aplicación de espesores de capa muy gruesos.	No aplicar espesores de capa superiores a 30 mm.
	Los componentes han absorbido humedad.	Mantener los bidones cerrados.
	Adición de expandentes u otras sustancias.	No añadir el producto, sino es por indicación del fabricante.
Acabado muy rugoso (informativo, no relevante)	Presión de componentes insuficiente Temperatura mal regulada.	Realizar los ajustes adecuados en la máquina para conseguir las condiciones de reacción y apertura de vano correctas.
	Aplicación con viento.	Evitar la aplicación cuando el viento es fuerte o usar mamparas de protección.

(*) La espuma de poliuretano aplicada sobre superficies que no sean firmes puede levantarse o moverse, debido a la contracción normal del poliuretano, pudiendo arrastrar consigo a la superficie sobre la cual se ha aplicado.

Tabla 6.3: Posibles problemas de la espuma proyectada y forma de prevención propuesta.

7. Referencias de utilización

El sistema Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 se lleva ejecutando desde el año 2010.

Se han aportado como referencias de utilización la siguiente relación de obras:

- Vivienda unifamiliar en Bellpuig (Lleida)
- Edificio de viviendas en Lleida
- Edificio de 36 viviendas en Mungia (Vizcaya)
- Edificio residencial de 12 plantas en Barcelona
- Edificio público en San Sebastián
- Centro universitario IQS en Barcelona
- Residencia de la 3ª edad en Avilés (Asturias)
- Colegio público de Fontcoberta (Girona)
- Centro cultural en Santa Margarida de Montbui (Barcelona)
- Taquillas del estadio del FC Barcelona
- Biblioteca municipal de Badalona (Barcelona)
- Edificio de 62 viviendas en Barcelona

8. Visitas de obra

Se ha realizado un muestreo de obras realizadas con el sistema Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140, ejecutadas y en proceso de ejecución.

Las obras seleccionadas fueron inspeccionadas por personal del Instituto de Tecnología de la Construcción (ITeC), dando lugar al Informe de visitas de obras recogido en el *Dossier Técnico del DAU 11/069*.

El objetivo de las visitas ha sido, por un lado contrastar la aplicabilidad de las instrucciones de puesta en obra con los medios humanos y materiales definidos por BASF Española SL y, por otro, identificar los aspectos que permitan evitar posibles patologías que puedan afectar al sistema ejecutado.

Los aspectos relevantes destacados en el transcurso de la realización de las visitas de obra se han incorporado a los criterios de proyecto y ejecución indicados en el capítulo 6.

9. Evaluación de ensayos y cálculos

Se ha evaluado la adecuación al uso del sistema Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 a partir de lo establecido en el *Procedimiento Particular de evaluación* del DAU 11/069.

Este procedimiento ha sido elaborado por el ITeC considerando la reglamentación española de construcción aplicable en cada caso:

- en edificación se consideran las exigencias básicas que establece el CTE para cada uno de los requisitos básicos,
- en otros ámbitos de la construcción se considera la reglamentación específica de aplicación,

así como otros requisitos adicionales relacionados con la durabilidad y las condiciones de servicio del sistema.

Los ensayos que forman parte de esta evaluación han sido realizados en los laboratorios de Tecnalía y Applus+ LGAI sobre muestras tomadas por personal del ITeC, en la planta de producción de BASF Española SL en Rubí (Barcelona).

Todos los informes de ensayo y de cálculos, así como el informe de toma de muestras, quedan recogidos en el *Dossier Técnico* del DAU 11/069.

9.1. Resistencia mecánica y estabilidad (RE 1)

Este requisito no es de aplicación debido a que el sistema Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 no contribuye a la resistencia y estabilidad de la estructura de la edificación.

9.2. Seguridad en caso de incendio (RE 2)

9.2.1 Reacción al fuego

La espuma de poliuretano ofrece una prestación de reacción al fuego clase E cuando el producto está expuesto al fuego sin ningún tipo de protección, de acuerdo con un ensayo aportado por el fabricante.

En el apartado 6.1.4.1 se especifican las clases de reacción al fuego de las soluciones constructivas consideradas en este DAU.

Se ha realizado un ensayo de reacción al fuego (informe 10/102136-2724 M1 de Applus+ LGAI) de la

espuma protegida con el mortero indicado en el apartado 2.2.

Las probetas ensayadas estaban formadas por espuma de poliuretano de 70 mm de espesor aplicada sobre un soporte normalizado y protegida con 5 mm del mortero indicado en el apartado 2.2. El resultado del ensayo permite clasificar esta solución con la clase de reacción al fuego B-s2,d0. Esta clasificación es válida para soluciones con un espesor de espuma igual o inferior al ensayado.

Se han realizado ensayos de adherencia del mortero de protección sobre la espuma de poliuretano, tanto inicial como después de envejecimiento. Los resultados, resumidos en la tabla 2.8, cumplen con los requisitos exigidos en la ETAG 004 (apartado 6.1.4.1) a los revocos de sistemas de aislamiento térmico por el exterior (> 0,08 MPa).

9.3. Higiene, salud y medio ambiente (RE 3)

9.3.1 Estanquidad al agua de la fachada

Se ha evaluado la estanquidad al agua de las soluciones constructivas propuestas mediante la realización del ensayo de resistencia al agua de lluvia de muros exteriores bajo impulsos de presión de aire variable según la norma UNE-EN 12865, procedimiento A (informe 24010 de Tecnalía). Se ha tomado como caso más desfavorable, considerando las soluciones propuestas en este DAU, el de una fachada de ladrillo cara vista revestido por su cara interior por una capa de espuma de poliuretano de 30 mm de espesor.

Los resultados del ensayo de resistencia al agua de lluvia han sido:

Probeta ensayada	Resultado del ensayo
Poliuretano proyectado Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 sobre cara interior de murete de ladrillo cara vista (espesor de espuma medido: 34 mm)	El límite de estanqueidad al agua es como mínimo 1800_A Pa (*)

(*) Se ha detenido el ensayo a 1.800 Pa de presión sin que haya habido penetración de agua. Tal como se define en la norma UNE-EN 12865, el límite de estanqueidad al agua es el máximo impulso de diferencia de presión atmosférica, en Pa, para el cual no ocurre penetración de agua durante el ensayo.

Tabla 9.1: Resultado del ensayo de resistencia al agua de lluvia.

El resultado muestra que la resistencia a la penetración de agua es satisfactoria en condiciones de ensayo desfavorables.

9.3.2

Estanqueidad al agua del aislamiento

La estanqueidad al agua de la espuma Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 se ha evaluado mediante la realización del ensayo de estanqueidad al agua indicado en el documento EOTA TR003 (informe 24162 de Tecnia).

Este método de ensayo es el utilizado habitualmente en la evaluación de la estanqueidad de las membranas impermeables aplicadas en forma líquida para cubiertas. El ensayo ha consistido en someter la espuma a una presión de agua de 0,1 bar durante 72 horas. El resultado muestra que la espuma es estanca.

A partir de los resultados de los ensayos se puede considerar que Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 actúa como barrera contra la penetración de agua.

9.3.3

Ensayo de absorción de agua a largo plazo por inmersión y absorción de agua a corto plazo

Se ha ensayado la absorción de agua a largo plazo por inmersión de Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 según la norma de ensayo UNE-EN 12087, método 1B y método 2B (informe 24166 de Tecnia) y la absorción de agua a corto plazo según la norma UNE-EN 1609 (informe 24165 de Tecnia).

Los resultados de los ensayos, que se muestran en las tablas 9.2 y 9.3, cumplen con las especificaciones del fabricante (véase la tabla 2.4).

Ensayo según método 1B	Absorción de agua, W_p
Inmersión parcial del núcleo de la espuma	0,15 kg/m ²
Inmersión parcial por la piel exterior	0,08 kg/m ²
Ensayo según método 2B	Absorción de agua, W_i
Inmersión total de las probetas	1,6%

Tabla 9.2: Absorción de agua a largo plazo por inmersión.

Ensayo según método B	Absorción de agua, W_p
Inmersión parcial con la piel exterior hacia arriba	0,055 kg/m ²
Inmersión parcial con la piel exterior en contacto con el agua	0,036 kg/m ²

Tabla 9.3: Absorción de agua a corto plazo por inmersión parcial.

Las diferencias que se observan entre las inmersiones parciales por la parte de la piel superior (piel exterior) o por la parte del corte son atribuibles a absorción de las celdas cortadas.

9.3.4

Grado de impermeabilidad

La espuma Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140, aplicada con un espesor mínimo de 30 mm puede considerarse como una barrera de resistencia muy alta a la filtración del agua, es decir B3, tal como se indica en el apartado 6.1.5.1, de acuerdo con las siguientes comprobaciones realizadas según el DB-HS del CTE:

- Estanqueidad al agua: los ensayos realizados de impermeabilidad y absorción de agua (véase 9.3.1, 9.3.2 y 9.3.3), permiten asumir una estanqueidad al agua suficiente para impedir su filtración hacia el interior del edificio.
- Adherencia al soporte: los resultados obtenidos (véase 9.7.2) muestran una adherencia inicial y tras envejecimiento sobre los soportes considerados suficiente para garantizar la estabilidad de la capa de la espuma.
- Permeabilidad al vapor: los resultados del factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (véase 9.3.5) son los habituales de este tipo de producto. No se considera que estos valores puedan favorecer la acumulación de vapor entre la espuma y la hoja principal.
- Adaptación a los movimientos del soporte: los resultados obtenidos de estabilidad dimensional, resistencia a la fatiga y resistencia a tracción en el plano de aplicación (véanse respectivamente los apartados 9.7.1, 9.7.3 y 9.7.4), muestran un buen comportamiento de la espuma frente a los esfuerzos térmicos y a la fisuración del soporte. Las soluciones propuestas para el tratamiento de juntas de dilatación se consideran adecuados para evitar la fisuración de la espuma en estos puntos.
- Estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos: la naturaleza de la espuma de poliuretano así como su instalación protegida en las soluciones constructivas consideradas (véase 6.1.2.1) no hace pensar que pueda sufrir otros ataques, además de los indicados en los puntos anteriores. En caso necesario el fabricante puede aportar información complementaria relativa al comportamiento de la espuma frente a distintos ataques químicos y biológicos.

9.3.5

Ensayos de permeabilidad al vapor de agua

Se han realizado ensayos para determinar el coeficiente de difusión del vapor de agua, μ , de Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 según la norma UNE-EN 12086 (informe LAT0103/10). El resultado obtenido se muestra en la tabla 9.4 y cumple con la especificación del fabricante (véase la tabla 2.3).

Espesor (mm)	Permeabilidad al vapor de agua, (mg/(m·h·Pa))	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, μ
47,3	0,702	82

Tabla 9.4: Permeabilidad al vapor de agua.

9.3.6

Cálculos de comprobación de condensaciones

Las características relevantes para el cálculo de condensaciones se resumen en la tabla 2.3.

El método de cálculo a utilizar para el cálculo de las condensaciones es el indicado en el apartado 3.2.3 del DB HE1 del CTE.

9.4.

Seguridad de utilización (RE 4)

Este requisito no es de aplicación a la espuma de poliuretano considerada en este DAU, dado que no es accesible al usuario del edificio.

9.5.

Protección frente al ruido (RE 5)

No se ha determinado la contribución al aislamiento acústico de la fachada de la espuma de poliuretano Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.

9.6.

Ahorro de energía y aislamiento térmico (RE 6)

El coeficiente de conductividad térmica (λ) de la espuma se ha determinado mediante ensayo de acuerdo con la norma UNE-EN 12667 (informe 24161 de Tecnalía).

Los ensayos se han realizado sobre probetas sin envejecer y sometidas a ciclos de envejecimiento, de acuerdo con el anexo C de la norma EN 14315-1. Los resultados se indican en la tabla 9.5.

Sistema	Conductividad térmica (W/m·K)
Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 sin envejecer	0,021
Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 envejecido (175 días a 70 °C)	0,028

Tabla 9.5: Conductividad térmica de ensayo.

Además, el fabricante ha realizado 10 ensayos, de acuerdo con el anexo A de la norma EN 14315-1, con el fin de determinar el valor declarado (λ_D) de la conductividad térmica (representando el 90% de la producción determinado con un nivel de confianza del 90%). El valor obtenido queda recogido en la tabla 2.3.

9.7.

Aspectos de durabilidad, servicio e identificación

Se han realizado ensayos para analizar la compatibilidad con los soportes y la durabilidad de Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140.

A continuación se describen las pruebas realizadas y resultados obtenidos.

9.7.1

Ensayos de estabilidad dimensional

Se ha ensayado la estabilidad dimensional del sistema bajo condiciones específicas de temperatura y humedad según la norma UNE-EN 1604 (informes 26384 de Tecnalía y 12-4420-79 de Applus).

Se han realizado ensayos de 4 tipos de probeta distintos:

- Probetas con piel exterior
 - 15 mm de espesor por capa
 - 30 mm de espesor por capa
- Probetas sin piel (extraídas del núcleo)
 - 15 mm de espesor por capa
 - 30 mm de espesor por capa

El espesor total de las probetas es de 30 mm.

Los resultados obtenidos que se muestran en la tabla 9.6 cumplen con la especificación del fabricante (véase la tabla 2.4).

Espesor de capa (mm)	Condiciones de ensayo	Variación dimensional		
		$\Delta\epsilon_l$ (%)	$\Delta\epsilon_b$ (%)	$\Delta\epsilon_d$ (%)
Probetas con piel exterior				
2 capas de 15 mm	48 h a 70 °C y 90% HR	8,8	9,3	6,2
	48 h a -20 °C	0,0	0,0	-2,0
1 capa de 30 mm	48 h a 70 °C y 90% HR	8,6	10,9	4,0
	48 h a -20 °C	0,1	0,0	-1,6
Probetas sin piel exterior (extraídas del núcleo)				
2 capas de 15 mm	48 h a 70 °C y 90% HR	2,3	2,8	-7,0
	48 h a -20 °C	-0,1	0,0	-0,6
1 capa de 30 mm	48 h a 70 °C y 90% HR	2,2	2,6	-7,2
	48 h a -20 °C	-0,1	0,0	-0,6

Tabla 9.6: Estabilidad dimensional bajo condiciones específicas de temperatura y humedad.

9.7.2

Ensayos de adherencia

Se ha realizado el ensayo de adherencia, según la norma EN 14315-1 (informe 24167 de Tecnalia), de Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140 sobre soportes de hormigón y de supermahón. Se ha determinado la adherencia inicial y la adherencia después de ciclos de envejecimiento.

Los resultados de dichos ensayos se muestran en la tabla 9.7.

Soporte	σ_A (kPa)	Tipo de rotura
Hormigón		
- Adh. inicial:	342	25% cohesiva espuma 75% adhesiva espuma-soporte
- Adh. envejecida:	359	33% cohesiva espuma 67% adhesiva espuma-soporte
Supermahón		
- Adh. inicial:	412	100% cohesiva espuma
- Adh. envejecida:	406	100% cohesiva espuma

Tabla 9.7: Adherencia sobre distintos soportes.

9.7.3

Ensayos de resistencia a la fatiga

Se ha analizado la resistencia a la fatiga mediante ensayo según EOTA TR008 (informe 24169 de Tecnalia).

Este método de ensayo se utiliza habitualmente en la evaluación de las membranas impermeables aplicadas en forma líquida para cubiertas. Las probetas consisten en la espuma aplicada sobre un soporte de hormigón con un hueco de 1 mm de espesor. El método consiste en someter estas probetas a 500 ciclos de fatiga, en los que el hueco del soporte se abre y cierra +1/-1 mm. Se observa si se produce rotura o pérdida de adherencia de la espuma.

El resultado del ensayo se muestra en la tabla 9.8.

Soporte	Ciclos	Espesor (mm)	Resultado
Hormigón	500 ciclos (+1/-1 mm)	31	Sin daños

Tabla 9.8: Resistencia a la fatiga.

9.7.4

Ensayos de resistencia a tracción

Se han realizado ensayos de resistencia a tracción para determinar la deformación a rotura y el módulo de deformación en el plano de aplicación de la espuma.

Los ensayos se han llevado a cabo según la norma UNE-EN 1607 sobre probetas sin envejecer y probetas envejecidas (informe 24170 de Tecnalia).

Los resultados se muestran en la tabla 9.9.

Probetas ensayadas	σ_{mt} (kPa)	ϵ_{rotura} (%)	E (kPa)
Probetas sin envejecer	366	5,7	8844
Probetas envejecidas	288	3,0	18459

Tabla 9.9: Resistencia a tracción perpendicular a las caras.

9.8.

Identificación de los componentes de la espuma Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140

Se han realizado ensayos de identificación de los componentes de la espuma de poliuretano.

Los resultados de estos ensayos confirman las características de la espuma de poliuretano, indicados en el capítulo 2 de este documento.

10. Comisión de Expertos

Este DAU ha sido sometido a la consideración de una Comisión de Expertos, tal y como se indica en el *Reglamento del DAU* y en la Instrucción de trabajo para la elaboración del DAU.

La Comisión de Expertos ha estado constituida por representantes de distintos organismos e instituciones, que han sido seleccionados en función de sus conocimientos, independencia e imparcialidad para emitir una opinión técnica respecto al ámbito cubierto por este DAU.

La relación general de los expertos que han constituido las comisiones de expertos de los DAU puede ser consultada en la página web del ITEC itec.es.

Los comentarios y observaciones realizados por los miembros de esta Comisión han sido incorporados al texto del presente DAU.

11. Documentos de referencia

- Código Técnico de la Edificación (CTE), 17 de marzo de 2006 y sus modificaciones.
- Documentos Básicos del CTE: DB SE, DB SI, DB HS, DB SU, DB HR y DB HE.
- Catálogo de elementos constructivos del CTE.
- Decisión 2003/43/CE de la Comisión, de 17 de enero de 2003, por la que se establecen las clases de reacción al fuego para determinados productos de construcción.
- Real Decreto 110/2008, de 1 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- UNE-EN 14315-1. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos de espuma rígida de poliuretano (PUR) y poliisocianurato (PIR) proyectado in situ. Parte 1: Especificaciones para los sistemas de proyección de espuma rígida antes de la instalación.
- UNE-EN 14315-2. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos de espuma rígida de poliuretano (PUR) y poliisocianurato (PIR) proyectado in situ. Parte 2: Especificaciones para el aislamiento instalado.
- EOTA TR003: Determinación de la estanqueidad al agua.
- EOTA TR008: Determinación de la resistencia a la fatiga.
- ETAG 004: External Thermal Insulation Composite Systems with Rendering (Sistemas de aislamiento térmico por el exterior).
- UNE-EN 13501-1:2002. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.

- UNE-EN 826. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación del comportamiento a compresión.
- UNE-EN 1602. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la densidad aparente.
- UNE-EN 1604. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la estabilidad dimensional bajo condiciones específicas de temperatura y humedad.
- UNE-EN 1607. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la resistencia a tracción perpendicular a las caras.
- UNE-EN 1609. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la absorción de agua a corto plazo. Ensayo por inmersión parcial.
- UNE-EN 1928. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas, plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas. Determinación de la estanquidad al agua.
- UNE-EN ISO 4590. Plásticos celulares rígidos. Determinación del porcentaje de volumen de celdas abiertas y celdas cerradas.
- UNE-EN 12086. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de las propiedades de transmisión del vapor de agua.
- UNE-EN 12087. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la absorción de agua a largo plazo por inmersión.
- UNE-EN 12667. Materiales de construcción. Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor de flujo de calor. Productos de alta y media resistencia térmica.
- UNE-EN 12865. Comportamiento higrotérmico de componentes y elementos de edificación. Determinación de la resistencia al agua de lluvia de muros exteriores bajo impulsos de presión de aire.
- UNE 53985-1. Plásticos. Ensayos de materias primas para poliuretanos. Polioles. Parte 1: Determinación del índice de hidroxilo.
- EN ISO 3219. Plásticos. Polímeros/resinas en estado líquido, en emulsión o en dispersión. Determinación de la viscosidad con el viscosímetro rotacional, con una velocidad de deformación en cizalla definida.
- UNE 83985-1. Plásticos. Ensayos de materias primas para poliuretanos. Polioles. Parte 1: Determinación del índice de hidroxilo.
- ISO 14897. Plastics - Polyols for use in the production of polyurethane -- Determination of water content.
- ASTM D5155-A. Standard Test Methods for Polyurethane Raw Materials Determination of the Isocyanate Content of Aromatic Isocyanates.
- UNE-EN ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- UNE-EN ISO 14001. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.

12. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 11/069 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU 11/069*, elaborado por el ITeC:

- resultados de los ensayos y cálculos,
- información obtenida en las visitas de obra,
- control de producción en fábrica,
- instrucciones del montaje y ejecución del sistema,
- criterios de proyecto y ejecución del sistema,

y teniendo en cuenta la metodología prescrita por el Reglamento del DAU, la autorización y registro del ITeC para la concesión del DAU* y lo indicado en el apartado 5.2 del artículo 5 del *Código Técnico de la Edificación*, relativo a la evaluación de productos y sistemas constructivos innovadores, se considera que el ITeC tiene evidencias para declarar que el sistema constructivo, ejecutado a partir de la espuma de poliuretano Elastospray 1623/10/DAU:IsoPMDI 92140

fabricado en la planta de producción de Rubí (Barcelona), de acuerdo con las instrucciones que constan en este DAU, es adecuado para la ejecución de:

- Aislamiento térmico de edificios.
- Impermeabilización de fachadas.

puesto que cumple con los requisitos reglamentarios aplicables del CTE, en materia de protección contra incendios, aislamiento térmico, seguridad de uso, salud e higiene, así como los requisitos de durabilidad y servicio.

En consecuencia, y una vez sometido este documento a la consideración de la Comisión de Expertos y recogidos los comentarios realizados por la Comisión, el ITeC otorga el DAU al producto fabricado por BASF Española SL.

La validez del DAU queda sujeta a las acciones y condiciones de seguimiento que se especifican en el capítulo 13 y a las condiciones de uso del capítulo 14.

* Registro General de Organismos Autorizados del CTE:
www.codigotecnico.org/web/recursos/registro/regooaa/texto_0011.html

DAU 11/069
Documento
de adecuación al uso



El Director Técnico del ITeC



13. Seguimiento del DAU

El presente DAU queda sujeto a las acciones de seguimiento que periódicamente lleva a cabo el ITeC, de acuerdo con lo establecido en el *Reglamento del DAU*. El objeto de este seguimiento es comprobar que las características del producto y del sistema constructivo, así como las condiciones de puesta en obra y de fabricación, siguen siendo válidas para los usos a los que el sistema está destinado.

En caso de que existan cambios relevantes que afecten a la validez del DAU, éstos darán lugar a una nueva edición del DAU que anulará a la anterior (esta nueva edición tomará el mismo código del DAU que anula y una nueva letra de edición).

Cuando las modificaciones sean menores y no afecten a la validez del DAU, éstas se recogerán en una lista de modificaciones que se incorporará como capítulo 15 del DAU; además, dichas modificaciones se incorporarán al texto del DAU.

El usuario del DAU debe consultar siempre la versión informática del DAU disponible en formato pdf en la página web del ITeC itec.es, para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia.

14. Condiciones de uso del DAU

La concesión del DAU no supone que el ITeC sea responsable de:

- La posible presencia o ausencia de patentes, propiedad intelectual o derechos similares existentes en el producto objeto del DAU o en otros productos, ni de derechos que afecten a terceras partes o al cumplimiento de obligaciones hacia estas terceras partes.
- El derecho del titular del DAU para fabricar, distribuir, instalar o mantener el producto objeto de DAU.
- Las obras reales o partidas individuales en que se instale, se use y se mantenga el producto; tampoco es responsable de su naturaleza, diseño o ejecución.

Asimismo, el DAU nunca podrá interpretarse como una garantía, compromiso o responsabilidad del ITeC respecto a la viabilidad comercial, patentabilidad, registrabilidad o novedad de los resultados derivados de la elaboración del DAU. Es, pues, responsabilidad del titular del DAU la comprobación de la viabilidad, patentabilidad y registrabilidad del producto.

La evaluación del DAU no supone la conformidad del producto con los requisitos previstos por la normativa de seguridad y salud o de prevención de riesgos laborales, en relación con la fabricación, distribución, instalación, uso y mantenimiento del producto. Por lo tanto, el ITeC no se responsabiliza de las pérdidas o daños personales que puedan producirse debido a un incumplimiento de requisitos propios del citado marco normativo.

15.

Lista de modificaciones de la presente edición

La versión informática del DAU recoge, si las hubiera, las actualizaciones, modificaciones y correcciones de la edición D del DAU 11/069, indicando para cada una de ellas su fecha de incorporación a la misma, de acuerdo con el formato de la tabla siguiente. Los cambios recogidos en la tabla se incorporan también el texto del DAU, que se encuentra disponible en la página web del Instituto, itec.es.

El usuario del DAU debe consultar siempre esta versión informática del DAU para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia.

Número	Página y capítulo	Donde decía...	Dice...
--------	-------------------	----------------	---------



**Institut de
Tecnologia de la Construcció
de Catalunya**

Wellington 19
ES08018 Barcelona
T +34 933 09 34 04
info@itec.cat
itec.es



ACREDITADO POR ENAC