

DAU

18/110 B

Documento de adecuación al USO

Denominación comercial

Sistema de
impermeabilización
ITM Rhenofol

Tipo genérico y uso

Sistema de impermeabilización de cubiertas planas sin capa de formación de pendientes.

Titular del DAU

ITM PROYECTOS SL

Dehesa Vieja 4, Nave 9
ES28052 Madrid
Tel. 910 13 63 99
www.itmproyectos.com

Planta de producción

Flachdach Technologie GmbH & Co.KG
Eisenbahnstraße 6 - 8
D68199 Mannheim (Alemania)

Edición vigente y fecha

B 12.06.2023

Validez (condicionada a seguimiento anual [*])

Desde: 12.06.2023
Hasta: 11.06.2028

Fecha de concesión inicial del DAU

12.06.2018

[*] La validez del DAU 18/110 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 26 páginas.
Queda prohibida su reproducción parcial.

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

ITeC

Control de ediciones

Edición	Fecha	Naturaleza de los cambios respecto a la edición anterior del DAU y apartados afectados
A	12.06.2018	Creación del documento.
B	12.06.2023	Revisión técnica de acuerdo con las ediciones vigentes de los documentos de referencia. Extensión de validez del DAU.

Índice

1.	Descripción del sistema y usos previstos	5
1.1.	Definición del sistema constructivo y usos a los que está destinado	5
2.	Componentes del sistema	6
2.1.	Membrana impermeabilizante	6
2.1.1.	Lámina Rhenofol CG	6
2.2.	Otros componentes del sistema de cubierta ITM	7
2.2.1.	Accesorios de sellado de la membrana	7
2.2.2.	Accesorios de la membrana	7
2.2.3.	Capas auxiliares	7
2.2.4.	Poliestireno extruido	8
2.2.5.	Soportes de altura regulable	8
2.2.6.	Losas filtrantes	8
2.2.7.	Pavimento continuo	8
2.2.8.	Grava	8
2.2.9.	Sustrato y vegetación	8
3.	Fabricación y control de producción	9
3.1.	Fabricación de la lámina Rhenofol CG	9
3.2.	Control de recepción en almacén	9
3.3.	Resto de componentes	9
4.	Almacenamiento, transporte y recepción en obra	10
4.1.	Almacenamiento y transporte	10
4.1.1.	Láminas Rhenofol CG	10
4.1.2.	Capas auxiliares	10
4.1.3.	Sustrato y vegetación	10
4.1.4.	Otros componentes del sistema de cubierta ITM	10
4.2.	Recepción en obra	10
5.	Criterios de proyecto	11
5.1.	Criterios de diseño	11
5.2.	Seguridad estructural	11
5.3.	Seguridad en caso de incendio	11
5.3.1.	Reacción al fuego exterior	11
5.3.2.	Resistencia al fuego	11
5.3.3.	Reacción al fuego	11
5.3.4.	Evacuación de ocupantes	11
5.4.	Salubridad	11
5.4.1.	Impermeabilidad al agua	11
5.5.	Seguridad de utilización	11
5.5.1.	Viento	11
5.5.2.	Sobrecargas de uso	12
5.6.	Protección frente al ruido	12
5.7.	Ahorro de energía y aislamiento térmico	12
5.7.1.	Aislamiento térmico	12
5.7.2.	Inercia térmica	13
5.7.3.	Limitación de condensación	13
5.8.	Durabilidad	13
6.	Detalles constructivos	14

7.	Criterios de ejecución, de mantenimiento y conservación	17
7.1.	Criterios de ejecución	17
7.1.1.	Criterios generales de ejecución	17
7.1.2.	Preparación previa del soporte	17
7.1.3.	Colocación de las capas auxiliares	17
7.1.4.	Instalación de la lámina Rhenofol CG	17
7.1.5.	Soportes de altura regulable	18
7.1.6.	Losas filtrantes	18
7.1.7.	Aislamiento térmico con placas de XPS	18
7.1.8.	Grava	18
7.1.9.	Pavimento continuo	18
7.1.10.	Sustrato y vegetación	19
7.1.11.	Puntos singulares	19
7.2.	Criterios de mantenimiento o conservación	19
7.3.	Medidas para la protección del medio ambiente	19
7.3.1.	Tratamiento de residuos	19
7.3.2.	Condiciones exigibles a las empresas aplicadoras / colocadoras	19
8.	Referencias de utilización y visitas de obra	20
8.1.	Referencias de utilización	20
8.2.	Visitas de obra	20
9.	Evaluación de ensayos y cálculos	21
10.	Comisión de Expertos	22
11.	Documentos de referencia	22
12.	Evaluación de la adecuación al uso	24
13.	Seguimiento del DAU	25
14.	Condiciones de uso del DAU	25
15.	Lista de modificaciones de la presente edición	26

1. Descripción del sistema y usos previstos

1.1. Definición del sistema constructivo y usos a los que está destinado

El sistema de impermeabilización con lámina Rhenofol CG es una solución para la impermeabilización de cubiertas planas sin capa de formación de pendientes, tanto para obra nueva como para rehabilitación.

Este sistema de impermeabilización puede finalmente acabarse con distintas soluciones de aislamiento térmico, protección y acabado, en función de las necesidades del proyecto.

Este DAU evalúa el empleo de la lámina Rhenofol CG en distintos sistemas constructivos de cubierta, en los que esta lámina se utiliza como elemento principal de impermeabilización, teniendo en cuenta los criterios de proyecto y ejecución en el contexto reglamentario español.

La lámina Rhenofol CG, comercializada en España por el titular del DAU, dispone del preceptivo marcado CE de acuerdo con la norma UNE-EN 13956.

El resto de componentes que forman los sistemas de cubierta ITM no son comercializados por el titular. El presente DAU contempla la especificación de las características mínimas o de referencia que estos componentes deben reunir y de las comprobaciones relacionadas con el cumplimiento de las condiciones de la sección HS1 del DB-HS del CTE para alcanzar el grado de impermeabilización exigido en cubiertas por parte de los sistemas de cubierta ITM así especificados.

No obstante, en cada caso particular, el técnico responsable de la obra deberá:

- Comprobar que los componentes que emplee responden a las especificaciones recogidas en este DAU.
- Comprobar la adecuación al uso de las soluciones descritas en este documento, especialmente para el resto de requisitos del CTE distintos al requisito de impermeabilidad.

Los sistemas de cubierta ITM y usos contemplados en este DAU, así como los componentes que los constituyen (indicados en orden de instalación), son los siguientes:

- ITM GRAVA: Sistema de cubierta invertida no transitable (véase la figura 6.1):
 - Capa auxiliar antipunzonante de fieltro sintético.
 - Lámina impermeable RHENOFOL CG y accesorios.
 - Aislamiento térmico de placas de poliestireno extruido.

- Capa auxiliar separadora, filtrante y antipunzonante de fieltro sintético.
- Capa de grava (drenaje, protección y lastre del sistema).
- ITM BÁSICO: Sistema de cubierta invertida para uso transitable y/o técnico (véase la figura 6.2):
 - Capa auxiliar antipunzonante de fieltro sintético.
 - Lámina impermeable RHENOFOL CG y accesorios.
 - Losas filtrantes (aislamiento, drenaje y protección de la membrana).
- ITM MIXTO: Sistema de cubierta en la que la membrana impermeabilizante se dispone entre dos capas de aislamiento térmico, necesarias por requerimientos particulares, para uso transitable y/o técnico (véase la figura 6.3):
 - Aislamiento térmico de placas de poliestireno extruido.
 - Capa auxiliar antipunzonante de fieltro sintético.
 - Lámina impermeable RHENOFOL CG y accesorios.
 - Capa auxiliar antipunzonante de fieltro sintético.
 - Losas filtrantes (aislamiento, drenaje y protección de la membrana).
- ITM PAVIMENTO CONTINUO: Sistema de cubierta invertida para uso transitable (véase la figura 6.4):
 - Capa auxiliar antipunzonante de fieltro sintético.
 - Lámina impermeable RHENOFOL CG y accesorios.
 - Aislamiento térmico de placas de poliestireno extruido.
 - Capa auxiliar antipunzonante de fieltro sintético.
 - Capa auxiliar separadora de fieltro sintético.
 - Pavimento continuo.
- ITM CON RESERVA DE AGUA: Sistema de cubierta invertida, para uso transitable y/o técnico, así como para el almacenaje de agua de forma permanente (véase la figura 6.5):
 - Capa auxiliar antipunzonante de fieltro sintético.
 - Lámina impermeable RHENOFOL CG y accesorios.
 - Capa auxiliar antipunzonante de fieltro sintético.
 - Losas filtrantes colocadas directamente sobre soportes de altura regulable (aislamiento, drenaje y protección de la membrana).
 - Rebosadero de PVC.

- ITM ECOLÓGICO: Sistema de cubierta invertida ajardinada ligera y extensiva (véase la figura 6.6):
 - Capa auxiliar antipunzonante de fieltro sintético.
 - Lámina impermeable RHENOFOL CG y accesorios.
 - Losas filtrantes (aislamiento, drenaje y protección de la membrana).
 - Sustrato especial y vegetación a base de plantas seleccionadas.
- ITM ECOLÓGICO CON RESERVA DE AGUA: Sistema de cubierta ajardinada ligera, prevista para el almacenaje de agua utilizable para el abastecimiento de la vegetación (véase la figura 6.7):
 - Capa auxiliar antipunzonante de fieltro sintético.
 - Lámina impermeable RHENOFOL CG y accesorios.
 - Capa auxiliar antipunzonante de fieltro sintético.
 - Losas filtrantes colocadas directamente sobre soportes de altura regulable (aislamiento, drenaje y protección de la membrana).
 - Capa auxiliar filtrante y drenante de fieltro sintético.
 - Sustrato especial y vegetación a base de plantas seleccionadas.
 - Rebosadero de PVC.

El agua almacenada en la cubierta no puede considerarse en ningún caso como potable.

Definiciones de conceptos utilizados en este DAU:

- Cubierta plana es aquella con una pendiente comprendida entre 0% y 5%, en general.
- Cubierta plana sin capa de formación de pendientes es aquella en la que la membrana se instala sobre paños horizontales y sobre la cual es previsible que se formen charcos. De acuerdo con la norma UNE 104416, estas membranas se denominan con el símbolo 0.
- Cubierta invertida es aquella en la que aislamiento térmico se coloca por encima de la membrana impermeable.
- Cubierta transitable es aquella que es accesible a peatones.
- Cubierta técnica es aquella cuyo acceso está previsto para el mantenimiento de los equipos o aparatos instalados.
- Cubierta ajardinada ligera y extensiva es aquella caracterizada por una vegetación de especies de escaso porte y por un sustrato de escaso espesor, que precisan además de bajo mantenimiento.

2. Componentes del sistema

2.1. Membrana impermeabilizante

2.1.1. Lámina Rhenofol CG

Lámina fabricada mediante el calandrado de dos hojas superpuestas de policloruro de vinilo plastificado (PVC-P), armada con un fieltro sintético de fibra de vidrio no tejido. Se presenta habitualmente en bobinas de 2,05 m x 15 m y espesores de 1,2 mm, 1,5 mm o 1,8 mm.

Esta lámina dispone del marcado CE de acuerdo con la norma UNE-EN 13956. Las características recogidas en la declaración de prestaciones se indican en la tabla 2.1.

Característica	Método de ensayo	Prestación
Espesor	EN 1849-2	1,2 – 1,5 – 1,8 mm [-5%, +10%]
Estanqueidad	EN 1928	0,1 bar durante 24 h
Resistencia a la penetración de raíces	EN 13948	Pasa
Reacción al fuego	EN 13501-1	Clase E
Resistencia al pelado de juntas	EN 12316-2	≥ 250 N / 50 mm
Resistencia a la cizalla de juntas	EN 12317-2	≥ 600 N / 50 mm
Resistencia a tracción	EN 12311-2 (Método A)	MD ⁽¹⁾ ≥ 10 N/mm ² CMD ⁽²⁾ ≥ 10 N/mm ²
Alargamiento a rotura		MD ⁽¹⁾ ≥ 200% CMD ⁽²⁾ ≥ 200%
Resistencia al impacto	EN 12691	Método A: ≥ 500 mm
Resistencia al desgarro	EN 12310-2	MD ⁽¹⁾ ≥ 140 N CMD ⁽²⁾ ≥ 140 N
Estabilidad dimensional	EN 1107-2	≤ 0,05%
Plegabilidad a bajas temperaturas	EN 495-5	≤ -30 °C
Exposición ultravioleta	EN 1297	Pasa (> 1.000 h)
Resistencia al granizo	EN 13583	≥ 20 m/s
Permeabilidad al vapor de agua (μ)	EN 1931	18.000 ± 30%
Migración de plastificantes ⁽³⁾	EN ISO 177	5,1%

Notas:

⁽¹⁾ MD: en la dirección de la máquina (longitudinal)

⁽²⁾ CMD: transversal a la dirección de la máquina

⁽³⁾ Ensayo no incluido en el marcado CE de la lámina.

Tabla 2.1: Prestaciones de la lámina Rhenofol CG.

2.2. Otros componentes del sistema de cubierta ITM

En los siguientes apartados se especifican las características mínimas o de referencia que deben reunir estos componentes del sistema, siendo el proyectista de la obra el responsable de seleccionar dichos componentes con arreglo a las citadas especificaciones mínimas.

2.2.1. Accesorios de sellado de la membrana

Los siguientes productos se utilizan para garantizar el sellado entre las láminas Rhenofol y sus elementos terminales.

2.2.1.1. Disolvente de THF

Disolvente de tetrahidrofurano para la realización de la soldadura química para dar continuidad entre las distintas láminas Rhenofol, esquinas, rincones, perfiles colaminados y otros remates de PVC-P.

2.2.1.2. Sellador Silicona ITM 920

Silicona neutra monocomponente para sellar las uniones de la lámina con los acabados perimétricos (tanto en perfiles de aluminio como en perfiles colaminados).

2.2.2. Accesorios de la membrana

A continuación se indican los distintos accesorios de la membrana impermeable que se utilizan como soluciones constructivas de elementos terminales del sistema. Éstos deben tener las características geométricas necesarias para cumplir con los requisitos de ejecución de la norma UNE 104416.

2.2.2.1. Rincones y esquinas

Elementos prefabricados de 1,2 mm de espesor para reforzar el encuentro de tres planos. Se fabrican por estirado de láminas de PVC-P sin armar.

2.2.2.2. Remates

Coronas circulares para encuentros con elementos pasantes de 1,2 mm de espesor, fabricadas a partir de láminas de PVC-P sin armar.

2.2.2.3. Elementos de conexión a bordes de la cubierta o a paramentos

Se consideran dos tipos:

- Perfiles o piezas de aluminio para remates, rodapiés y albardillas.
- Planchas colaminadas fabricadas a partir de una banda de lámina de PVC-P de 0,8 mm de espesor adherida a una chapa de acero inoxidable de 0,6 mm de espesor. Con estas planchas se fabrican perfiles, remates y pletinas que, al igual que las

fijaciones a emplear, deben ser conformes con las exigencias de la UNE 104416.

2.2.2.4. Sumideros sifónicos, gárgolas y pasatubos

Sumideros y gárgolas de PVC que presentan alas a las que se suelda la lámina impermeabilizante. Los pasatubos se unen a la lámina mediante los remates descritos en el apartado 2.2.2.2 (véanse las figuras 6.8, 6.9 y 6.10).

2.2.3. Capas auxiliares

A continuación, se especifican distintas propiedades de las capas auxiliares. Se puede requerir que una misma capa auxiliar cumpla simultáneamente con distintas propiedades. En el apartado 1.1, para cada sistema de cubierta ITM, se indican las funciones de las capas auxiliares a considerar según su posición dentro de los sistemas ITM.

2.2.3.1. Capa auxiliar antipunzonante

Capa de fieltro sintético (o conjunto de ellos) para proteger de daños mecánicos a la membrana impermeabilizante.

Se colocará bajo la membrana para su protección frente a las irregularidades del soporte mayores de 1 mm. La resistencia al punzonamiento estático dependerá de las irregularidades del soporte. La resistencia al punzonamiento estático será de clase 400 B o superior (400 kg sin perforación, método B), de acuerdo con la tabla 31 de la UNE 104416.

Para las soluciones donde la capa de protección¹ pueda dañar a la membrana impermeabilizante, también es necesario colocar una capa auxiliar antipunzonante por encima de la membrana. La resistencia al punzonamiento estático será de clase 400 B (400 kg sin perforación, método B).

2.2.3.2. Capa auxiliar filtrante

Capa de fieltro sintético (o conjunto de ellos) previsto para evitar que los áridos finos y otros sedimentos depositados por el viento sobre la cubierta puedan entrar en contacto con el aislante o la lámina impermeable pudiendo alterar sus propiedades. La permeabilidad perpendicular al plano según la UNE-EN ISO 11058 debe ser mayor que 15 mm/s.

2.2.3.3. Capa auxiliar separadora

Capa de fieltro sintético (o conjunto de ellos) con masa igual o mayor que 250 g/m². Se utiliza para desolidarizar la lámina de los posibles movimientos del aislamiento térmico (de origen térmico, higrótérmico o de uso).

¹ Producto que se dispone sobre la capa de impermeabilización para protegerla de las radiaciones ultravioletas y del impacto térmico directo del sol y además favorece la escorrentía y la evacuación del agua hacia los sumideros.

2.2.3.4. Capa auxiliar drenante

Capa de fieltro sintético (o conjunto de ellos) con protuberancias en, al menos, una de sus caras, con una capacidad de almacenamiento de agua > 5 l/m². Se utiliza para evacuar rápidamente el agua de lluvia que llega a la cubierta con objeto de evitar el encharcamiento de la tierra vegetal o de las protecciones filtrantes.

2.2.4. Poliestireno extruido

Las placas de poliestireno extruido deben disponer del marcado CE de acuerdo con la norma UNE-EN 13164, y ofrecer unas prestaciones mínimas de acuerdo con la tabla 2.3.

Característica	Método de ensayo	Prestación
Reacción al fuego	EN 13501-1	Clase E
Espesor (tolerancia)	EN 823	≥ 30 mm (T1)
Conductividad térmica λ _D	EN 12667	≤ 0,035 W/m·K
Estabilidad dimensional (70 °C – 90% HR)	EN 1604	< 5%
Resistencia a compresión	EN 1605	≥ 300 kPa
Fluencia a compresión (25 años – 50 kPa)	EN 1606	Dism. Esp. < 2% Fluencia < 1,5%
Absorción de agua a largo plazo	EN 12087	Por inmersión < 0,5%
	EN 12088	Por difusión de vapor de agua: • Esp. < 50 mm: < 5% • Esp. ≥ 50 mm: < 3%
Deformación para condiciones DLT(2)5 (40 kPa – 70 °C)	EN 1605	< 5%

Tabla 2.3: Prestaciones mínimas de las placas de poliestireno extruido, de acuerdo con la UNE-EN 13164.

2.2.5. Soportes de altura regulable

Piezas de plástico reforzado con cargas minerales que soportan al pavimento, compuestas por un cabezal de soporte, una columna central con regulación de altura y una base de apoyo sin cantos vivos para no dañar la membrana.

Como referencia, para unas dimensiones de placa de 60 cm x 60 cm aproximadamente, la superficie mínima de apoyo del cabezal debe ser de 300 cm² y la resistencia mínima a compresión de 3 kN. Las alturas mínima y máxima pueden variar según el modelo.

2.2.6. Losas filtrantes

Losas que configuran un pavimento aislante y drenante constituidas por una base aislante de poliestireno

extruido (XPS) conforme a la norma UNE-EN 13164 y una capa de hormigón filtrante y drenante.

La capa de hormigón filtrante deberá ser de menores dimensiones (en longitud y anchura) que la base aislante, de forma que no haya contacto entre capas de hormigón contiguas. De este modo, no son necesarias las preceptivas juntas de dilatación de pavimentos.

El poliestireno utilizado en las losas filtrantes deberá cumplir las especificaciones indicadas en la tabla 2.3.

La capa de hormigón filtrante -sin considerar la contribución del aislamiento- deberá tener una resistencia a flexión superior o igual a 3 N/mm² (véase la norma UNE-EN 1339).

La reacción al fuego exterior de la losa filtrante debe ser de B_{ROOF} (t1) (EN 13501-5), su masa superficial debe cumplir con la tabla 22 de la UNE 104416 y debe tener una capacidad de almacenamiento de agua superior a 5 l/m² y menor a 60 l/m².

2.2.7. Pavimento continuo

Los elementos que conformen el pavimento continuo deben tener un espesor mínimo de 3 cm y una masa mínima de 40 kg/m², con el fin de evitar efectos de lastre frente al viento.

2.2.8. Grava

La grava debe estar limpia. Su tamaño debe estar comprendido entre 16 mm y 32 mm y debe formar una capa cuyo espesor sea igual a 5 cm como mínimo, de acuerdo con la sección HS1 del DB-HS del CTE.

Debe establecerse el lastre de grava adecuado en cada parte de la cubierta en función de las diferentes zonas de exposición en la misma.

2.2.9. Sustrato y vegetación

2.2.9.1. Sustrato

Capa de composición y espesor homogéneos que es el soporte físico y el proveedor de nutrientes y agua a la vegetación. Será seleccionado con la asistencia técnica del titular del DAU, según el clima de la zona, el sistema de cubierta ITM considerado y la especie vegetal seleccionada. Los parámetros a considerar en su formulación son:

- Desde el punto de vista constructivo:
 - Peso propio.
 - Capacidad de retención de agua.
- Desde el punto de vista del crecimiento de la vegetación:
 - Contenido de la fracción mineral y contenido de materia orgánica de origen natural.
 - Capacidad de intercambio catiónico.
 - Bioestabilidad.
 - Capacidad de rehumectación.

- Tasa de contracción.
- Ausencia de patógenos vegetales.
- Ausencia de fitotoxicidad residual.
- Salinidad.
- Alcalinidad.
- Contenido en caliza activa.

2.2.9.2. Vegetación

Conjunto de especies vegetales seleccionadas con la asistencia técnica del titular del DAU según criterios paisajísticos, estéticos y climáticos, así como según la formulación y espesor del sustrato considerado. Los parámetros a considerar son:

- Desde el punto de vista constructivo:
 - Peso propio.
 - Rápido desarrollo de cobertura del terreno.
 - Inflamabilidad.
 - No ser alergógenas.
- Desde el punto de vista del crecimiento de la vegetación:
 - Necesidad de cuidado.
 - Resistencia a altas temperaturas y viento.
 - Resistencia a heladas.
 - Resistencia a radiación solar intensa.
 - Tolerancia a la contaminación urbana.

3. Fabricación y control de producción

3.1. Fabricación de la lámina Rhenofol CG

La producción de la lámina Rhenofol CG se realiza en la planta de Flachdach Technologie GmbH & Co. KG en Mannheim (Alemania).

La fabricación se lleva a cabo mediante una serie de procesos:

- Mezcla de materias primas
- Verificación de dosificación
- Calentamiento de la mezcla a una temperatura determinada
- Calandrado
- Ensamblaje de las capas de PVC-P

3.2. Control de recepción en almacén

La lámina Rhenofol CG dispone de marcado CE con sistema de certificación de conformidad 2+, que supone la supervisión del control de producción en fábrica por un Organismo Notificado externo.

3.3. Resto de componentes

El resto de componentes de los sistemas de cubierta ITM son suministrados por proveedores autorizados por el titular del DAU.

4. Almacenamiento, transporte y recepción en obra

4.1. Almacenamiento y transporte

4.1.1. Láminas Rhenofol CG

Los rollos de las láminas deben almacenarse en horizontal sobre una superficie plana y sin irregularidades, en lugares secos y protegidos de la intemperie. Se transportan paletizados y flejados con un film plástico.

La manipulación de los rollos y bobinas se debe realizar siempre entre dos personas para evitar sobreesfuerzos.

4.1.2. Capas auxiliares

Las capas auxiliares de fieltro sintético deben almacenarse y transportarse dentro del embalaje original, preferiblemente en lugar seco y protegidos de la intemperie.

4.1.3. Sustrato y vegetación

El sustrato vegetal puede suministrarse en big bags de 1 m³ o bien en sacos de 50 l. En ambos casos deben de almacenarse y transportarse dentro del embalaje original. El acopio de obra se realizará en aquellas zonas que admitan cargas.

No se recomienda almacenar las plantas en obra. Deberán ser suministradas en el momento considerado para su plantación. Las plantas se suministran en sus correspondientes recipientes o bandejas en alvéolos o macetas que podrán ser paletizadas en estanterías denominadas *carrys*, según los casos. No se podrán apilar en ningún caso. Tan pronto se reciban en obra deberán despaletizarse y extenderse los recipientes sobre la cubierta. Su acopio de obra deberá realizarse de tal forma que se mantengan, en la medida de lo posible, las condiciones idóneas de iluminación, temperatura y humectación del sustrato que las contiene.

4.1.4. Otros componentes del sistema de cubierta ITM

El resto de componentes del sistema de cubierta ITM deberán almacenarse en las instalaciones de sus proveedores o distribuidores hasta que sean transportados a obra de acuerdo con sus propias instrucciones.

Tanto en el almacén como en la obra deben controlarse las condiciones de almacenamiento de modo que los productos no sufran desperfectos o malos usos antes de su puesta en obra.

Para el correcto almacenamiento, manipulación y traslado de los distintos componentes se deberá seguir la normativa vigente en cuanto a prevención de riesgos laborales además de las indicaciones del apartado 7.1.1.2.

4.2. Recepción en obra

Al recibir los componentes del sistema de cubierta ITM en la obra se deberá controlar, al menos mediante una inspección visual, el estado del material suministrado.

En particular, se deberá comprobar que los certificados del fabricante o suministrador cumplen con las especificaciones del capítulo 2 y las indicadas por el técnico responsable.

5. Criterios de proyecto

5.1. Criterios de diseño

El titular del DAU se responsabiliza del cumplimiento de las características declaradas de la lámina Rhenofol CG, que dispone de marcado CE de acuerdo con la norma UNE-EN 13956.

En cada obra particular, el técnico responsable de la obra deberá:

- Comprobar que todos los componentes del sistema de cubierta ITM que se seleccionen en proyecto responden a las características mínimas especificadas en el apartado 2 de este DAU.
- Comprobar la adecuación al uso de las soluciones descritas en este documento, de acuerdo con la reglamentación española. En los siguientes apartados se da una guía para realizar esta comprobación.

5.2. Seguridad estructural

El forjado soporte debe cumplir con la normativa correspondiente a los requisitos esenciales de seguridad estructural que le sean propios, debiéndose considerar las acciones permanentes, como el peso de propio del sistema de cubierta ITM, del sustrato y de la vegetación, en condiciones secas y húmedas, y las acciones variables (nieve, viento, etc.).

La consideración de las acciones variables más relevantes a tener en cuenta en los sistemas objeto de este DAU se recogen en el apartado 5.5.

5.3. Seguridad en caso de incendio

5.3.1. Reacción al fuego exterior

El DB-SI del CTE exige una reacción al fuego exterior B_{ROOF} (t1) para aquellos materiales que ocupan más de un 10% de las zonas de cubierta situadas a menos de 5 m de una fachada con resistencia al fuego menor que EI 60.

La reacción al fuego exterior de los sistemas de cubierta ITM deberá determinarse a partir de las propiedades de los componentes de revestimiento de la cubierta.

En el caso de cubiertas ajardinadas ligeras y extensivas, el tipo de plantas (género *sedum*) puede, por su capacidad para retener agua en tallos y hojas, retardar la propagación del fuego.

5.3.2. Resistencia al fuego

Este requisito no es directamente aplicable a los sistemas de cubierta contemplados en este DAU. La solución completa de cerramiento debe ser conforme

con el DB-SI del CTE en lo que se refiere a la resistencia al fuego.

5.3.3. Reacción al fuego

No existe ninguna exigencia de reacción al fuego para los elementos que forman la parte exterior de la cubierta (véase el apartado 5.3.1).

De acuerdo con los ensayos realizados, la lámina Rhenofol CG se clasifica como clase E de reacción al fuego.

5.3.4. Evacuación de ocupantes

En aquellos casos en los que por la cubierta discorra un recorrido de evacuación, deberán tenerse en cuenta las características de la cubierta en relación con los requisitos de evacuación.

En este sentido, en los sistemas de cubierta ITM CON RESERVA DE AGUA y ECOLÓGICO CON RESERVA DE AGUA, se recomienda reforzar las zonas de recorridos de evacuación, por ejemplo, mediante la colocación de un soporte adicional bajo el centro de las losas filtrantes.

5.4. Salubridad

5.4.1. Impermeabilidad al agua

La impermeabilidad de los sistemas de cubierta ITM se ha evaluado en base a la evaluación de la lámina de impermeabilización, que cumple los requisitos de la norma armonizada de referencia UNE-EN 13956 en base a la cual ostenta el marcado CE, al análisis del diseño del sistema, de la naturaleza de sus componentes y de la resolución de los puntos singulares y criterios de proyecto y ejecución, de acuerdo con el proceso de verificación indicado en la sección HS1 del DB-HS del CTE.

Se ha concluido que los sistemas ITM para cubiertas planas sin pendiente evitan el ingreso del agua en el edificio, evitando así la presencia de humedades en el interior de la obra siempre que hayan sido correctamente ejecutados. Por lo tanto, permiten satisfacer la Exigencia Básica HS 1 de protección frente a la humedad y puede considerarse que alcanzan el grado de impermeabilidad único exigido para las cubiertas.

5.5. Seguridad de utilización

5.5.1. Viento

Deberá comprobarse la resistencia a la succión del viento de los componentes de la cubierta, de acuerdo con el cálculo indicado en el DB-SE-AE del CTE.

En dicho cálculo podrán utilizarse coeficientes de presión exterior (c_p) distintos a los indicados en la tabla D.4 de dicho DB y más favorables, siempre que estén debidamente justificados.

5.5.2. Sobrecargas de uso

En el diseño de la cubierta deberán tenerse en cuenta las sobrecargas de uso, indicadas en la tabla 3.1 del DB-SE-AE del CTE, así como tener en cuenta el peso adicional del agua (de lluvia y/o de riego) que el sistema sea capaz de retener (vegetación, sustrato, elementos drenantes, ...).

5.6. Protección frente al ruido

La solución completa de cerramiento y elemento de soporte resistente debe ser conforme con las exigencias indicadas en el CTE, en lo que respecta a la protección frente al ruido (aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impacto).

Los sistemas de cubierta ajardinada contribuyen al aislamiento frente al ruido, si bien esta prestación no se ha evaluado.

5.7. Ahorro de energía y aislamiento térmico

5.7.1. Aislamiento térmico

Deben considerarse todos los componentes del cerramiento de cubierta (incluyendo lucernarios si los hubiere) para cumplir con los requisitos de transmitancia térmica que indica el DB-HE del CTE.

En el cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta deberá considerarse:

- La resistencia térmica de todos los componentes del sistema de cubierta, en todos los casos.

$$\frac{1}{U_0} = R_{tot} = R_{si} + R_{SR} + R_{ITM} + R_{se}$$

Siendo:

- U_0 la transmitancia térmica ($W/m^2 \cdot K$).
- R_{tot} la resistencia térmica total de la cubierta ($m^2 \cdot K/W$).
- R_{se} , R_{si} las resistencias térmicas superficiales exterior e interior respectivamente ($m^2 \cdot K/W$), recogidas en la tabla 1 del Documento de apoyo al DB-HE, DA DB-HE/1 ($R_{se} = 0,04$; $R_{si} = 0,10$).
- R_{SR} la resistencia térmica del soporte resistente ($m^2 \cdot K/W$).
- R_{ITM} la resistencia térmica del sistema de cubierta ITM ($m^2 \cdot K/W$).
- La corrección de la transmitancia térmica debida a las pérdidas térmicas por la presencia de agua entre la membrana impermeabilizante y el aislamiento térmico (cubierta invertida), de acuerdo con lo indicado en el anexo F de la norma UNE-EN ISO 6946, en aquellos sistemas en los que pueda filtrarse el agua por debajo del aislamiento (véase la tabla 5.1).

$$\Delta U_r = p \cdot f \cdot x \cdot \left(\frac{R_1}{R_{tot}} \right)^2$$

Siendo:

- ΔU_r , la corrección de la transmitancia térmica por la presencia de agua entre la membrana y el aislamiento ($W/m^2 \cdot K$).
- p , la tasa promedio de precipitaciones durante la temporada de calefacción, basada en datos pertinentes de la ubicación del edificio o bien a partir de la reglamentación local, regional o nacional (mm/día).
- f , el factor de la época de lluvia dando la fracción p que alcanza la capa de impermeabilización.
- x , el factor para el incremento de la pérdida de calor causado por la lluvia que fluye en la capa ($W \cdot días/m^2 \cdot K \cdot mm$).
- R_1 , la resistencia térmica de la capa de aislamiento por encima de la membrana de impermeabilización ($m^2 \cdot K/W$).
- R_{tot} , la resistencia térmica total de la cubierta antes de aplicar la corrección ($m^2 \cdot K/W$).

Sistema	Valor del factor de corrección f·x (W·día/m ² ·K·mm)
ITM GRAVA	
ITM BÁSICO	0,04
ITM MIXTO	
ITM ECOLÓGICO	0,02

Nota: Valores de acuerdo con la ETAG 031, apartado 6.6.1.3.

Tabla 5.1: Valores del factor f·x para la corrección de la transmitancia.

- La resistencia térmica de la cámara de aire y de la capa de agua en los sistemas que almacenan agua:
 - ITM CON RESERVA DE AGUA
 - ITM ECOLÓGICO CON RESERVA DE AGUA

En general puede considerarse que la vegetación beneficia el comportamiento térmico de la cubierta, fundamentalmente en verano. Las temperaturas superficiales interiores de los sistemas con vegetación suelen experimentar oscilaciones térmicas muy inferiores a las que experimentan los sistemas de cubierta convencionales.

El cambio de fase del agua, en los períodos cálidos de insolación (de la reserva de agua y de la humedad presente en el sustrato de las plantas y en las propias plantas), consume parte de la energía incidente y amortigua el sobrecalentamiento del edificio en estos períodos de refrigeración.

Por otro lado, se deberá tener en cuenta que para todos los sistemas de cubierta excepto los ITM CON RESERVA DE AGUA e ITM ECOLÓGICO CON RESERVA DE AGUA, será necesario intercalar una capa separadora entre la membrana y el poliestireno extruido si al establecer el gradiente térmico de la cubierta la temperatura de la membrana fuera superior a 40 °C, según se indica en la tabla 44 de la norma UNE 104416.

5.7.2. Inercia térmica

Las características relevantes para determinar la inercia térmica de los materiales que constituyen la cubierta son:

- Densidad
- Capacidad calorífica
- Conductividad térmica

Esta información deberá obtenerse a partir de datos tabulados o suministrados por el fabricante de cada componente. Los datos de la lámina Rhenofol CG se muestran en la tabla siguiente.

Propiedad	Valor ⁽¹⁾
Densidad ρ (kg/m ³)	1.390
Capacidad calorífica específica c_p (J/kg·K)	900
Conductividad térmica de diseño λ (W/m·K)	0,17

Nota:

⁽¹⁾ Valores obtenidos de la UNE-EN ISO 10456 para PVC.

Tabla 5.2: Valores térmicos de diseño de la lámina Rhenofol.

5.7.3. Limitación de condensación

La limitación de condensaciones superficiales e intersticiales deberá garantizarse de acuerdo con los métodos y requisitos de la sección HE1 del DB-HE del CTE. Las características necesarias para realizar los cálculos higrotérmicos indicados en dicho DB deberán obtenerse a partir de datos tabulados o suministrados por el fabricante de cada componente.

En general, las soluciones de cubierta invertida se caracterizan por tener la barrera de vapor (la lámina impermeabilizante) por debajo del aislamiento y, por lo tanto, del lado caliente del cerramiento. No obstante, deberá llevarse a cabo la verificación de la no ocurrencia de condensaciones caso por caso.

En aquellos casos en los que, de acuerdo con el cálculo descrito en la sección HE1 del DB-HE del CTE, haya riesgo de condensaciones en el aislamiento térmico, deberá colocarse una barrera de vapor adicional inmediatamente por debajo de este elemento.

5.8. Durabilidad

Del conjunto de ensayos y comprobaciones realizadas, no se ha apreciado incompatibilidad entre los componentes de los sistemas de cubierta evaluados.

En las bandas de conexión a paramentos, los bordes de la membrana de impermeabilización quedan visibles. De acuerdo con su marcado CE, la lámina supera el ensayo de exposición UV (véase la tabla 2.1) exigido por la norma UNE-EN 13956.

Cuando por el cálculo de la temperatura de la membrana en la hipótesis reseñada, la membrana alcance la temperatura a la que es propensa a perder plastificantes, debe instalarse una capa auxiliar separadora conforme el apartado 2.2.3.3 entre la membrana y el aislamiento, siempre que éstas estén en contacto. Según la norma UNE 104416, la temperatura límite es 40 °C por el valor de migración de plastificantes obtenido del ensayo conforme la norma UNE-EN ISO 177 (véase la tabla 2.1).

Finalmente, las propiedades de la membrana impermeable con la lámina Rhenofol CG permiten garantizar que no habrá efectos nocivos producidos por el agua encharcada sobre la membrana.

6. Detalles constructivos

1. SOPORTE BASE SIN PENDIENTE REGULARIZADO
2. CAPA AUXILIAR ANTIPUNZONANTE FIELTRO SINTETICO
3. MEMBRANA RHENOFOL CG
4. AISLAMIENTO DE POLIESTIRENO EXTRUIDO
5. CAPA AUXILIAR FILTRANTE FIELTRO SINTETICO
6. LASTRE DE GRAVA

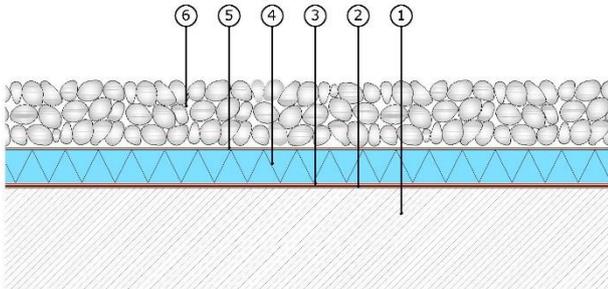


Figura 6.1: ITM GRAVA.

1. SOPORTE BASE REGULARIZADO
2. CAPA AUXILIAR ANTIPUNZONANTE FIELTRO SINTETICO
3. MEMBRANA RHENOFOL CG
4. POLIESTIRENO EXTRUIDO
5. CAPA AUXILIAR ANTIPUNZONANTE FIELTRO SINTETICO
6. CAPA AUXILIAR SEPARADORA FIELTRO SINTETICO
7. PAVIMENTO CONTINUO (MORTERO U HORMIGÓN) CON LIGERA PENDIENTE

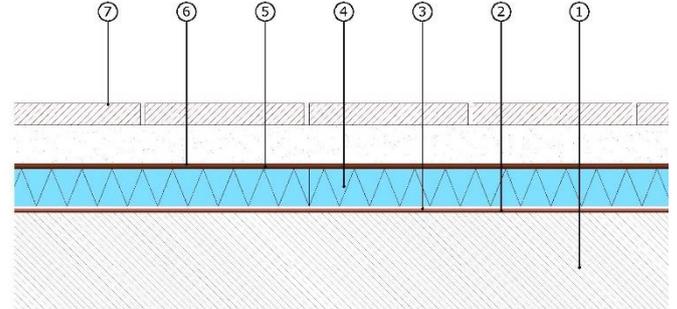


Figura 6.4: ITM PAVIMENTO CONTINUO.

1. SOPORTE BASE SIN PENDIENTE REGULARIZADO Y NIVELADO
2. CAPA AUXILIAR ANTIPUNZONANTE FIELTRO SINTETICO
3. MEMBRANA RHENOFOL CG
4. LOSA FILTRANTE

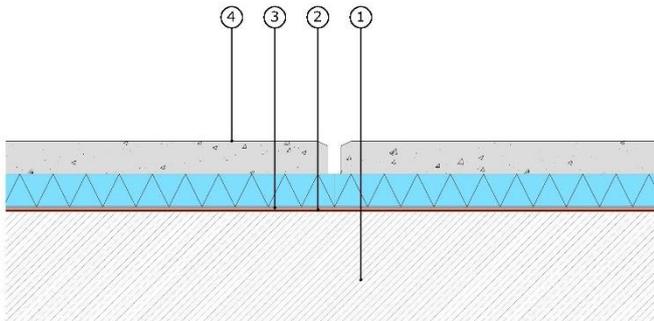


Figura 6.2: ITM BÁSICO.

1. SOPORTE BASE REGULARIZADO
2. CAPA AUXILIAR ANTIPUNZONANTE FIELTRO SINTETICO
3. MEMBRANA RHENOFOL CG
4. CAPA AUXILIAR ANTIPUNZONANTE FIELTRO SINTETICO
5. LÁMINA DE AGUA
6. SOPORTE DE ALTURA REGULABLE
7. LOSA FILTRANTE
8. REBOSADERO

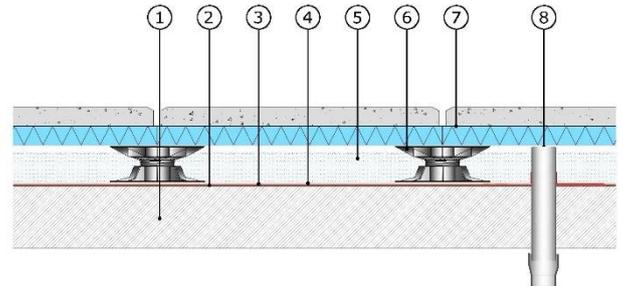


Figura 6.5: ITM CON RESERVA DE AGUA

1. SOPORTE BASE SIN PENDIENTE REGULARIZADO
2. AISLAMIENTO DE POLIESTIRENO EXTRUIDO
3. CAPA AUXILIAR SEPARADORA FIELTRO SINTETICO
4. MEMBRANA RHENOFOL CG
5. CAPA AUXILIAR SEPARADORA FIELTRO SINTETICO
6. LOSA FILTRANTE

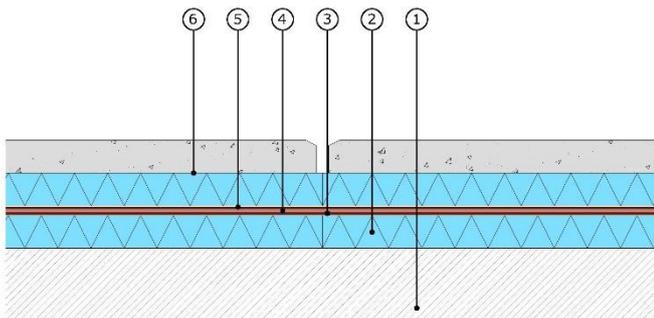


Figura 6.3: ITM MIXTO.

1. SOPORTE BASE SIN PENDIENTE REGULARIZADO
2. CAPA AUXILIAR ANTIPUNZONANTE FIELTRO
3. MEMBRANA RHENOFOL CG
4. LOSA FILTRANTE
5. SUSTRATO VEGETAL
6. PLANTAS SELECCIONADAS

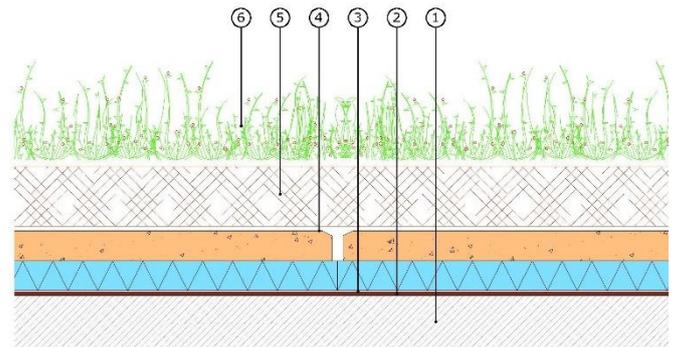


Figura 6.6: ITM ECOLÓGICO.

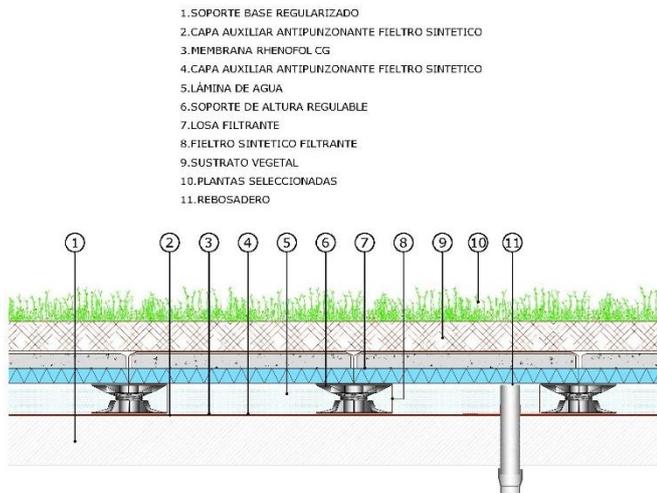


Figura 6.7: ITM ECOLÓGICO CON RESERVA DE AGUA.

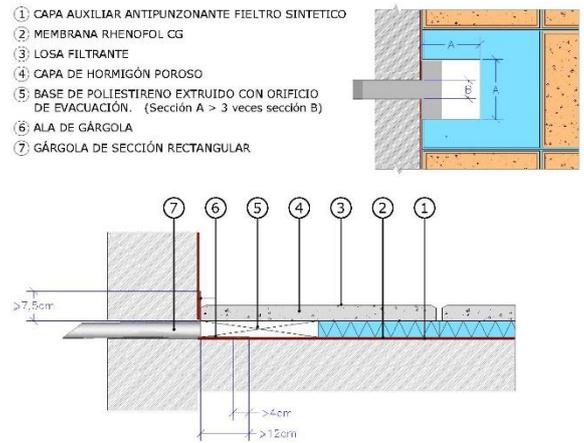


Figura 6.10: Encuentro con gárgola.

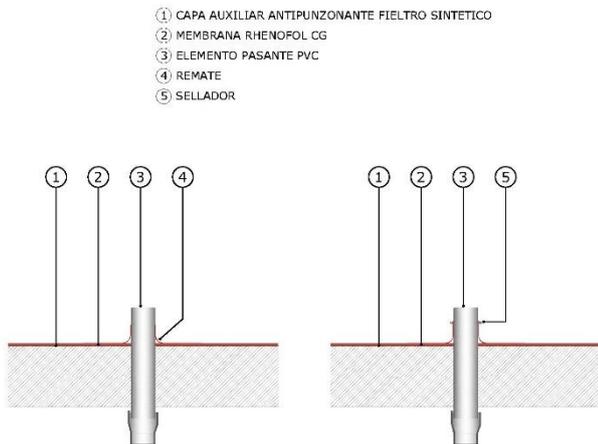


Figura 6.8: Encuentro con pasatubos.

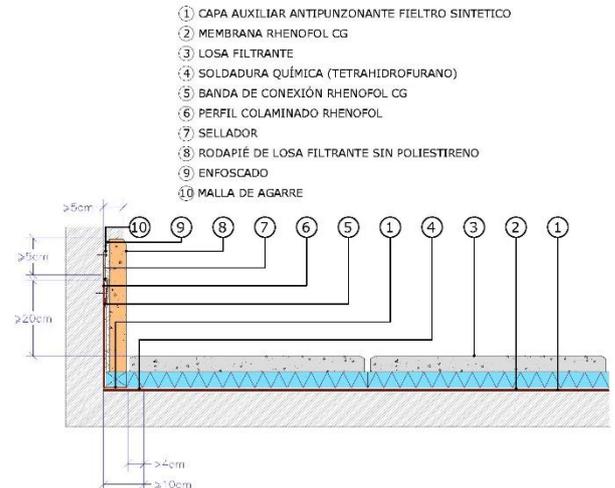


Figura 6.11: Encuentro con paramento (rodapié con losa).

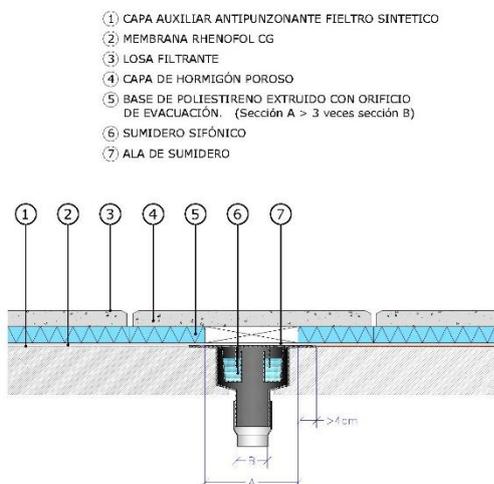


Figura 6.9: Encuentro con sumidero sifónico.

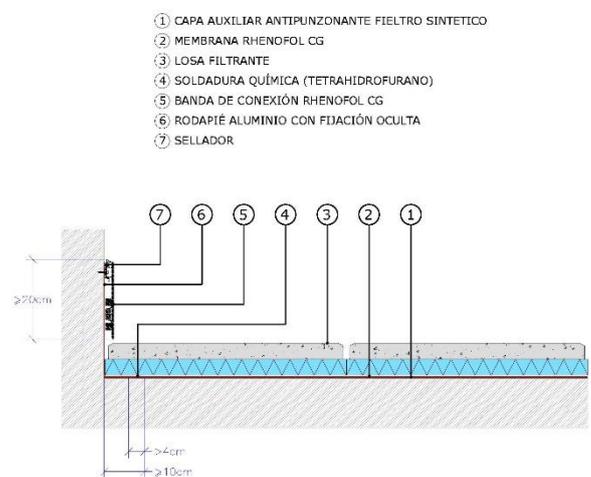


Figura 6.12: Encuentro con paramento: remate con perfil aluminio con fijación oculta.

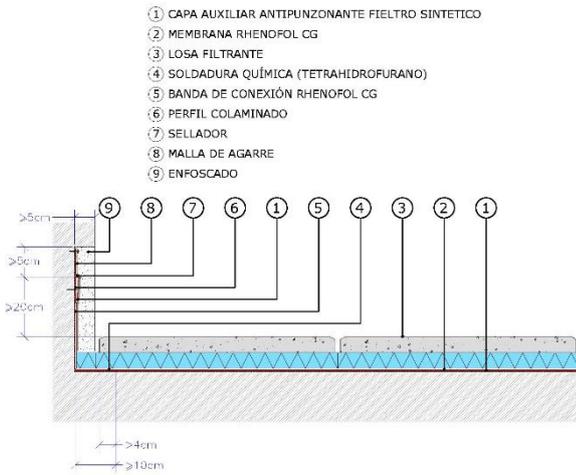


Figura 6.13: Encuentro con paramento: perfil y enfoscado.

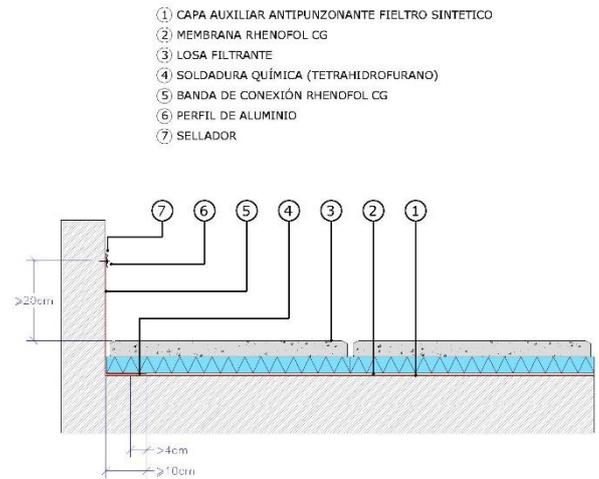


Figura 6.16: Encuentro con peto: remate con perfil aluminio.

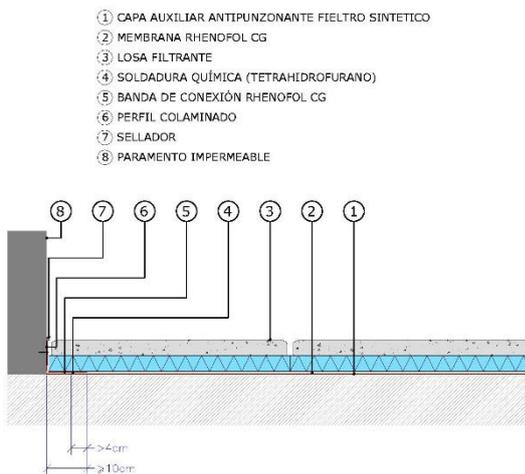


Figura 6.14: Encuentro con paramento impermeable.

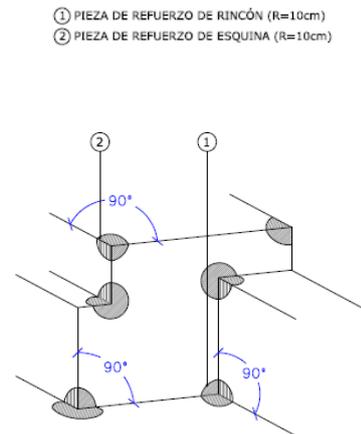


Figura 6.17: Piezas de refuerzo.

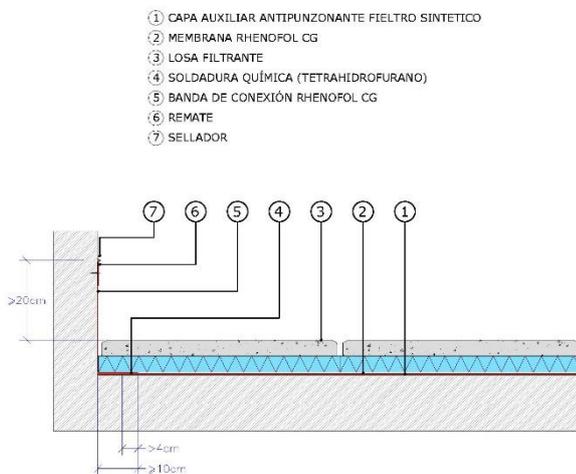


Figura 6.15: Encuentro con peto: remate con lámina vista.

7. Criterios de ejecución, de mantenimiento y conservación

7.1. Criterios de ejecución

Los sistemas de cubierta ITM considerados en este DAU forman una cubierta sin pendiente, en la que los distintos componentes se colocan unos sobre los otros, en seco. En la ejecución de la impermeabilización de la cubierta, sea cual sea la naturaleza del soporte, se tendrán en cuenta, además de las indicaciones del Documento Básico DB-HS *Salubridad* del CTE, las especificaciones relativas a la colocación de capas auxiliares, resolución de puntos singulares y pruebas de soldadura y estanquidad, recogidas en la norma UNE 104416. En los siguientes apartados se recogen los aspectos más relevantes de las referencias mencionadas anteriormente y en algún caso se particularizan a los sistemas constructivos propuestos.

7.1.1. Criterios generales de ejecución

7.1.1.1. Medios necesarios para la construcción

Para una correcta ejecución de los sistemas evaluados se debe disponer como mínimo del siguiente utillaje: nivel de burbuja, mira, punzón romo para el control de soldaduras, taladro y/o atornillador eléctrico, brocha plana, cubeta para disolvente, cuchilla, rodillo de presión, saco de plástico con arena para la soldadura química, soplete de aire caliente y tijeras.

7.1.1.2. Precauciones durante la realización de los trabajos

El personal que realiza el sistema de impermeabilización debe conocer los riesgos de ejecución de cubiertas planas y el método correcto de puesta en obra de los distintos componentes de la cubierta.

Se tendrá en cuenta que los trabajos sobre la cubierta se deben paralizar cuando se produzcan situaciones meteorológicas adversas, que impidan realizar el trabajo con seguridad, tales como heladas, nieve y siempre que soplen rachas de viento con una velocidad superior a 60 km/h.

7.1.2. Preparación previa del soporte

La instalación del sistema de impermeabilización debe realizarse una vez completada la construcción del soporte resistente y de todos los elementos salientes, paramentos, petos, ventilaciones, etc. que serán objeto de una actuación singular.

Tanto en obra nueva como en rehabilitación, se debe comprobar que el soporte presente una superficie plana, homogénea, limpia y seca. Igualmente, debe prestarse especial atención a los puntos singulares.

En función del estado del soporte puede ser necesario aplicar una capa de mortero para su regularización, corregir rugosidades o evitar contrapendientes. Se realizará a base de mortero u hormigón, con la cohesión y estabilidad suficiente para hacer frente a las acciones mecánicas y térmicas previstas.

7.1.3. Colocación de las capas auxiliares

Las capas auxiliares se colocan utilizando toda la anchura de la bobina, evitándose pliegues y recortes y procurando que queden lo más uniformes posible. Los solapes deben ser mayores que 5 cm si las capas van soldadas, cosidas o pegadas, y mayores que 10 cm si solamente están solapadas.

Siempre que exista incompatibilidad de la membrana impermeabilizante con otros materiales (productos bituminosos, espumas de poliuretano, etc.) se deberá utilizar una capa separadora con las propiedades mínimas indicadas en el apartado 2.2.3.3.

En el sistema de cubierta ITM ECOLÓGICO CON RESERVA DE AGUA la capa auxiliar filtrante se coloca sobre las losas filtrantes bajando entre cada fila de losas hasta extenderse sobre la capa auxiliar antipunzonante un mínimo de 10 cm.

Para irregularidades del soporte superiores a 1 mm se debe seleccionar la capa antipunzonante adecuada de acuerdo con la tabla 31 de la UNE 104416.

Si es preciso instalar una barrera de vapor, se seguirán las indicaciones de instalación del apartado 10.2 de la UNE 104416.

7.1.4. Instalación de la lámina Rhenofol CG

La membrana de impermeabilización se forma solapando y soldando entre sí las láminas Rhenofol CG.

La anchura de solape entre láminas será siempre mayor que 5 cm, excepto en el sistema de cubierta ITM MIXTO, en que será mayor que 10 cm. Las láminas disponen de marcas discontinuas a 5 cm del borde que deben quedar ocultas después de solaparlas.

La soldadura entre láminas se realizará con disolvente THF (tetrahidrofurano) y una breve presión con un saco de plástico pequeño con arena, se reparará con aire caliente en los puntos donde haya habido una falla y en los puntos singulares, por ejemplo en el encuentro entre tres láminas. Dicha soldadura no tendrá un ancho menor que 4 cm.

Debido a los valores de estabilidad dimensional que muestra la lámina Rhenofol CG no es necesario el anclaje perimétrico de la membrana, aunque el tratamiento de las juntas de dilatación se deberá realizar de acuerdo con lo indicado en la UNE 104416. Los encuentros con los paramentos se realizan con los acabados perimétricos descritos en el apartado 2.2.2.3.

Con respecto a las pruebas de soldadura y estanquidad, se seguirán las siguientes pautas:

1. Transcurridas 5 horas tras la ejecución, se deben verificar las uniones pasando un punzón metálico como a lo largo del canto de la unión en un ángulo mayor que 10° y menor de 30° respecto al plano horizontal.
2. Es recomendable realizar una prueba de servicio al finalizar la ejecución de la membrana impermeabilizante.
3. Dichas pruebas deberán realizarse y certificarse por ITM o un instalador cualificado, independientemente de las pruebas que pueda requerir la Dirección Facultativa de la obra.

Se debe tener en cuenta que durante el uso y manipulación del THF, los instaladores deben evitar que los ojos y la piel entren en contacto con este. No se debe fumar, se debe evitar la formación de chispas y la exposición del THF a llamas. La instalación de la lámina se realizará en espacios exteriores o espacios interiores bien ventilados para evitar la inhalación de vapores.

7.1.5. Soportes de altura regulable

Sostienen las losas filtrantes en los sistemas de cubierta con reserva de agua. Son regulables en altura y se colocan en seco sobre la capa auxiliar antipunzonante. Para su montaje se deberá proceder en primer lugar a replantear la ubicación de los soportes y a continuación a regular su altura con el fin de que quede una superficie de apoyo nivelada y a la altura requerida por el proyecto.

7.1.6. Losas filtrantes

Las losas filtrantes se colocan:

- En seco sobre la membrana impermeabilizante, en los sistemas de cubierta ITM BÁSICO, ITM MIXTO e ITM ECOLÓGICO.
- Sobre los soportes regulables, una vez colocados y nivelados sobre la capa auxiliar antipunzonante, en los sistemas de cubierta con reserva de agua.

Las losas se instalarán con sus juntas a tope de modo que se acodalen entre sí, impidiéndose los movimientos de unas con respecto a otras. Para el caso del sistema de cubierta ITM ECOLÓGICO CON RESERVA DE AGUA, en la junta entre las losas quedará la capa auxiliar filtrante (véase el apartado 7.1.3).

Al no haber contacto entre las capas de hormigón filtrante contiguas no es necesario ejecutar las preceptivas juntas de dilatación de pavimentos.

En los encuentros con paramentos, se colocan losas filtrantes enteras o recortadas, manteniendo una junta de al menos 5 mm de anchura entre la capa hormigón filtrante y el paramento. El recorte de las losas no comprometerá la funcionalidad de la parte resultante.

No es recomendable perforar la losa ni la membrana para anclaje o apoyo de elementos al forjado. Para la instalación de elementos en la superficie de la cubierta, el proyectista analizará la solución a adoptar para

garantizar la estabilidad de los elementos sin afectar a las propiedades de impermeabilización del sistema.

Durante la ejecución de otras unidades de obra distintas a las propias de impermeabilización, es recomendable proteger la losa con el fin de evitar daños producidos por la caída de objetos u otros daños.

7.1.7. Aislamiento térmico con placas de XPS

Las placas de XPS se colocan:

- En seco sobre la membrana impermeabilizante, en los sistemas de cubierta ITM GRAVA e ITM PAVIMENTO CONTINUO.
- En seco sobre el soporte resistente en los sistemas de cubierta ITM MIXTO.

Las placas se instalarán con las juntas a tope y a rompejunta. En caso de instalar más de una capa de aislante, las placas se dispondrán de forma que las juntas de las distintas capas no coincidan.

En los casos en los que la lámina se dispone por encima del aislamiento, la lámina impermeable deberá instalarse seguidamente, con el fin de evitar la exposición a la intemperie del aislamiento y la posibilidad de encapsular agua bajo la membrana.

7.1.8. Grava

Se comprueba la limpieza de los áridos y se debe asegurar que no se dañe la membrana durante su extendido. Se debe verificar que los sumideros están dotados de rejilla o cualquier elemento que evite la caída de la grava por los mismos.

Deben disponerse pasillos y zonas de trabajo con una capa de protección de un material adecuado para cubiertas transitables con el fin de facilitar las operaciones de mantenimiento y evitar el deterioro del sistema de impermeabilización.

7.1.9. Pavimento continuo

El pavimento se debe dividir en cuarterones, preferentemente rectangulares, y separarse de los paramentos y otros elementos constructivos de la cubierta mediante juntas que impidan su agrietamiento debido a los posibles movimientos de dilatación. Por ejemplo, las capas de hormigón o los pavimentos de mortero en una zona con clima continental se deben dividir en paños perpendiculares cuyos lados sean menores que 3 m.

Las juntas de dilatación del pavimento deberán cumplir con lo indicado en el apartado 2.4.4.1.1 punto 2 de la sección HS1 del DB-HS del CTE.

Se debe comprobar que los sumideros están dotados de rejilla o cualquier elemento que dejen pasar los finos y el agua y retenga los sólidos.

Debe comprobarse que el espesor y la masa del pavimento cumpla con lo especificado en el apartado 2.2.7.

7.1.10. Sustrato y vegetación

La instalación y consolidación de la vegetación debe ser realizada por ITM, o por un instalador autorizado. Estos componentes se instalan en último término, debiendo quedar asegurado que no se efectúan trabajos posteriores sobre la cubierta.

Debe asegurarse el contacto íntimo entre las raíces y el sustrato de tal forma que la totalidad de las raíces queden enterradas. No debe realizarse la plantación en situación o previsión de heladas o fuertes vientos, ni tampoco, en la medida de lo posible, el excesivo calor de las horas centrales del día.

Después de la plantación se realiza un riego de asentamiento saturando el volumen de poros del sustrato de agua y evitando encharcamientos.

La puesta en obra de estos componentes depende del sistema de cubierta ITM elegido. Deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

Sistema ITM ECOLÓGICO

Deben preverse pasillos peatonales perimétricos alrededor de la vegetación, colocando una o varias capas de losa filtrante sobre la membrana. La superficie externa de la última capa debe quedar enrasada o por encima del nivel del sustrato.

Sistema ITM ECOLÓGICO CON RESERVA DE AGUA

Una vez regulados los soportes a la altura prevista, se realizan los pasillos perimétricos alrededor de la vegetación colocando una o varias capas de losa filtrante sobre los soportes. La superficie externa de la última capa debe quedar enrasada o por encima del nivel del sustrato.

En la zona de pasillos perimétricos, no es preciso instalar la capa auxiliar filtrante indicada en el apartado 7.1.3. En todo caso se seguirán las especificaciones complementarias de ITM para su instalación.

7.1.11. Puntos singulares

En los encuentros de la impermeabilización con los distintos paramentos se seguirán las indicaciones de las figuras 6.8 a 6.17 y las especificaciones relativas de ejecución de la UNE 104416.

En los encuentros con lámina vista se deben colocar los perfiles metálicos dejando una pequeña separación de 2 mm entre ellos, con el fin de absorber las dilataciones térmicas de los perfiles.

7.2. Criterios de mantenimiento o conservación

Deben tenerse en cuenta las especificaciones indicadas en la Parte I del CTE y en el apartado 6 de la sección HS1 del DB-HS del CTE.

En particular se recomienda realizar al menos una inspección anual de la cubierta y siempre después de situaciones meteorológicas extremas, que permita comprobar el estado de la capa de protección (baldosas, sustrato o vegetación), de la membrana, así como de las juntas, fijaciones, sellados, accesorios, etc.

En el caso de la cubierta ajardinada, debe prestarse especial atención al correcto desarrollo de la vegetación según el plan de mantenimiento que sea establecido. En el caso de emplear herbicidas, insecticidas y fertilizantes deben utilizarse de acuerdo con las indicaciones de ITM.

7.3. Medidas para la protección del medio ambiente

De acuerdo con la declaración ambiental del producto el sistema de impermeabilización con lámina Rhenofol CG no produce emisiones que puedan contaminar el medio ambiente.

Por otro lado, los sistemas de cubierta ITM ECOLÓGICO y ECOLÓGICO CON RESERVA DE AGUA, como todos los sistemas de cubiertas ajardinadas, pueden influir en las condiciones microclimáticas del entorno, así como fijar el CO₂ atmosférico gracias a la fotosíntesis de las especies vegetales que contienen.

7.3.1. Tratamiento de residuos

Tras la entrada en vigor de la Decisión 2000/532/CE y de sus modificaciones, donde se establece una Lista Europea de Residuos (LER), es obligatorio que los productos tengan asignado un código LER que permita al usuario conocer el tipo de gestión de residuos que le corresponde.

La lámina Rhenofol tiene el código LER 170203. Este residuo de construcción es "no especial".

En relación con los residuos de envase, el palé de madera tiene el código LER 150103 y los sacos o envases compuestos el código LER 150105. Estos residuos de envases son "no especiales".

Los residuos generados durante la puesta en obra deberán ser gestionados según la legislación vigente por un gestor autorizado a tal efecto (véase el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición).

7.3.2. Condiciones exigibles a las empresas aplicadoras / colocadoras

Los sistemas ITM Rhenofol de impermeabilización de cubiertas deben ser instalados por personal y/o

empresas especializadas en su ejecución siguiendo las indicaciones de la UNE 104416.

ITM Proyectos SL dispone de un listado de empresas instaladoras con la experiencia adecuada para la instalación de estos sistemas de cubierta ITM.

Asimismo, se recomienda que la empresa instaladora esté certificada en relación a su capacidad para la puesta en obra del sistema cubierta ITM. Dicha certificación deberá ser emitida por un organismo autorizado al efecto e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación (CTE) como por ejemplo, la Declaración ApTO (Aptitud Técnica en Obra) que otorga el ITEC.

8. Referencias de utilización y visitas de obra

8.1. Referencias de utilización

Los sistemas de cubierta ITM Rhenofol contemplados en este DAU se llevan ejecutando desde el año 2012.

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

- Instituto Arqueológico Alemán, Madrid.
- Residencia de jugadores del Real Madrid, Valdebebas.
- Edificio Philip Morris, Madrid.
- Edificio del Campus Montegancedo, Universidad Politécnica de Madrid, Pozuelo de Alarcón.
- Hospital Ruber Internacional, Madrid.
- Residencia de la Cantera del Real Madrid, Valdebebas.
- Tienda de la Sagrada Familia, Barcelona.
- Oficinas Museo Reina Sofía, Madrid.
- Casa Lleó-Morera, Barcelona.
- Rehabilitación del Recinto Ferial, Aranda de Duero.
- Fábrica 3M, Rivas-Vaciamadrid.
- Rehabilitación de cubiertas del Campus Universitario CEU Montepríncipe, Alcorcón.
- Casino Gran Madrid, Torrelodones.

8.2. Visitas de obra

Se ha efectuado un muestreo de obras realizadas con sistemas ITM Rhenofol, ejecutadas y en proceso de ejecución.

Las obras seleccionadas fueron inspeccionadas por personal del ITEC, dando lugar al Informe de visitas de obras recogido en el *Dossier Técnico del DAU 18/110*.

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 ITM Proyectos 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 los capítulos 5, 6 y 7.

9. Evaluación de ensayos y cálculos

Se ha evaluado la adecuación al uso de la lámina Rhenofol CG para su empleo en los sistemas de cubierta ITM Rhenofol en relación con el cumplimiento del *Procedimiento Particular de evaluación del DAU 18/110*.

Este procedimiento ha sido elaborado por el ITeC considerando la reglamentación española de construcción aplicable, es decir las exigencias básicas que establece el CTE para cada uno de los requisitos básicos, así como otros requisitos adicionales relacionados con la durabilidad y las condiciones de servicio del sistema.

La evaluación se basa en el análisis de las soluciones constructivas y sus puntos singulares, las especificaciones de los componentes del sistema y los ensayos realizados a la lámina impermeable Rhenofol CG. Estos ensayos han sido realizados en los laboratorios de MPA Darmstadt, FDT Glachdachtechnologie GmbH & Co. KG, CEDEX sobre muestras del producto.

Todos los informes de ensayo y evidencias quedan recogidos en el *Dossier Técnico del DAU 18/110*.

La tabla 9.1 recoge los resultados de ensayo de la lámina Rhenofol CG y que son la base de las prestaciones declaradas en la tabla 2.1² del presente DAU.

Característica	Método de ensayo	Prestación
Estanqueidad	EN 1928 (B)	Estanco 0,1 bar / 24 h
Resistencia a la penetración de raíces	EN 13948	Pasa
Reacción al fuego	EN 13501-1	Clase E
Resistencia al pelado de juntas	EN 12316-2	> 379 N / 50 mm
Resistencia a la cizalla de juntas	EN 12317-2	677 N / 50 mm
Resistencia a tracción	EN 12311-2 (Método B)	MD ⁽¹⁾ : 12,1 N/mm ² CMD ⁽²⁾ : 12,1 N/mm ²
Alargamiento a rotura		MD ⁽¹⁾ : 265% CMD ⁽²⁾ : 258%
Resistencia al impacto	EN 12691	Estanco – Método A (impacto a 1.240 mm)
Resistencia al desgarro	EN 12310-2	MD ⁽¹⁾ : 173 N CMD ⁽²⁾ : 147 N
Plegabilidad a bajas temperaturas	EN 495-5	Sin grietas a -40 °C
Exposición ultravioleta	EN 1297	Pasa (> 1.000 h)
Defectos físicos	EN 1850-2	Sin defectos
Características dimensionales	EN 1848-2	Rectitud: 2 mm Planeidad: 2 mm Anchura: 2.052 mm
Espesor	EN 1849-2	Valor medio: 1,21 mm
Masa superficial		1.580 g/m ²
Migración de plastificantes ⁽³⁾	EN ISO 177	5,1%

Notas:

⁽¹⁾ MD: en la dirección de la máquina (longitudinal)

⁽²⁾ CMD: transversal a la dirección de la máquina

⁽³⁾ Ensayo no incluido en el marcado CE de la lámina.

Tabla 9.1: Ensayos de la lámina Rhenofol CG.

² Los valores de las prestaciones a los que se compromete el fabricante son los mostrados en la tabla 2.1.

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 de 17 de marzo de 2006. Documentos Básicos del CTE: DB-SE (diciembre 2019), DB-SI (diciembre 2019), DB-HS (junio 2022), DB-SUA (junio 2022), DB-HR (diciembre 2019) y DB-HE (junio 2022).
- ETAG 031 Inverted roof insulation kits.
- Decisión 2000/532/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, por la que se establece una lista de residuos.
- UNE-EN 495-5. Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación de la plegabilidad a baja temperatura. Parte 5: Láminas plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas
- UNE-EN 823. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación del espesor.
- UNE-EN 1107-2. Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación de la estabilidad dimensional. Parte 2: Láminas plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas.
- UNE-EN 1297. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas, plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas. Método de envejecimiento artificial por exposición prolongada a la combinación de radiación UV, temperatura elevada y agua
- UNE-EN 1339. Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.
- 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 1605. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la deformación bajo condiciones específicas de carga de compresión y temperatura.
- UNE-EN 1606. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la fluencia a compresión.
- UNE-EN 1848-2. Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación de la longitud, de la anchura, de la rectitud y de la planeidad. Parte 2: Láminas plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas
- UNE-EN 1849-2. Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación del espesor y de la masa por unidad de superficie. Parte 2: Láminas plásticas y de caucho

- UNE-EN 1850-2. Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación de los defectos visibles. Parte 2: Láminas plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas.
- 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 1931. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas, plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas. 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 12088. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la absorción de agua a largo plazo por difusión.
- UNE-EN 12310-2. Determinación de la resistencia al desgarro. Parte 2: Láminas plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas.
- UNE-EN 12311-2. Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación de las propiedades de tracción. Parte 2: Láminas plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas.
- UNE-EN 12316-2. Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación de la resistencia al pelado del solapo. Parte 2: Láminas plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas.
- UNE-EN 12317-2. Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación de la resistencia al cizallamiento de los solapos. Parte 2: Láminas plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas.
- 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 12691. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas, plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas. Determinación de la resistencia al impacto.
- UNE-EN 12730. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas, plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas. Determinación de la resistencia a una carga estática.
- UNE-EN 13164. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS). Especificación
- UNE-EN 13501-1. 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 13501-5. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 5: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de cubiertas ante la acción de un fuego exterior.
- UNE-EN 13583. Láminas flexibles para la impermeabilización. Láminas bituminosas, plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas. Determinación de la resistencia al granizo
- UNE-EN 13948. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas, plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas. Determinación de la resistencia a la penetración de raíces.
- UNE-EN 13956. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características.
- UNE 104416. Materiales sintéticos. Sistemas de impermeabilización de cubiertas realizados con membranas impermeabilizantes formadas con láminas sintéticas flexibles. Instrucciones, control, utilización y mantenimiento.
- UNE-EN ISO 177. Plásticos. Determinación de la migración de plastificantes.
- UNE-EN ISO 6946. Componentes y elementos para la edificación. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo
- UNE-EN ISO 10456. Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores tabulados de diseño y procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño.
- UNE-EN ISO 11058. Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Determinación de las características de permeabilidad al agua perpendicularmente al plano sin carga.

12. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 18/110 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU 18/110*, elaborado por el ITeC:

- resultados de los ensayos,
- información obtenida en las visitas de obra,
- 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 la lámina Rhenofol

CG fabricada en la planta de producción de Manheim de Flachdach Technologie GmbH & Co. de los sistemas ITM Rhenofol, concebidos y especificados de acuerdo con las instrucciones que constan en este DAU, es adecuada para su uso como:

- lámina de impermeabilización de cubiertas planas sin capa de formación de pendientes,

puesto que da respuesta a los requisitos reglamentarios relevantes en materia de protección contra incendios, salud e higiene, seguridad de uso, aislamiento térmico, 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 suministrado por ITM Proyectos 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.

(*) El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU (BOE 94, 19 abril 2002) para productos de construcción (edificación e ingeniería civil) y está inscrito en el Registro General del CTE: <https://www.codigotecnico.org/RegistroCTE/OrganismosAutorizados.html>.

DAU 18/110
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. Este documento es también accesible a través del código QR que consta en el sello del DAU.

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 B del DAU 18/110, 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 al 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
qualprod@itec.cat
itec.es

