



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Estudio constructivo y funcional de las capas separadoras
en cubiertas

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

AUTOR/A: Weisbach, Alicia

Tutor/a: Mas Tomas, Maria de los Angeles

Cotutor/a: Garcia Borràs, Júlia

Cotutor/a: Lerma Elvira, Carlos

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

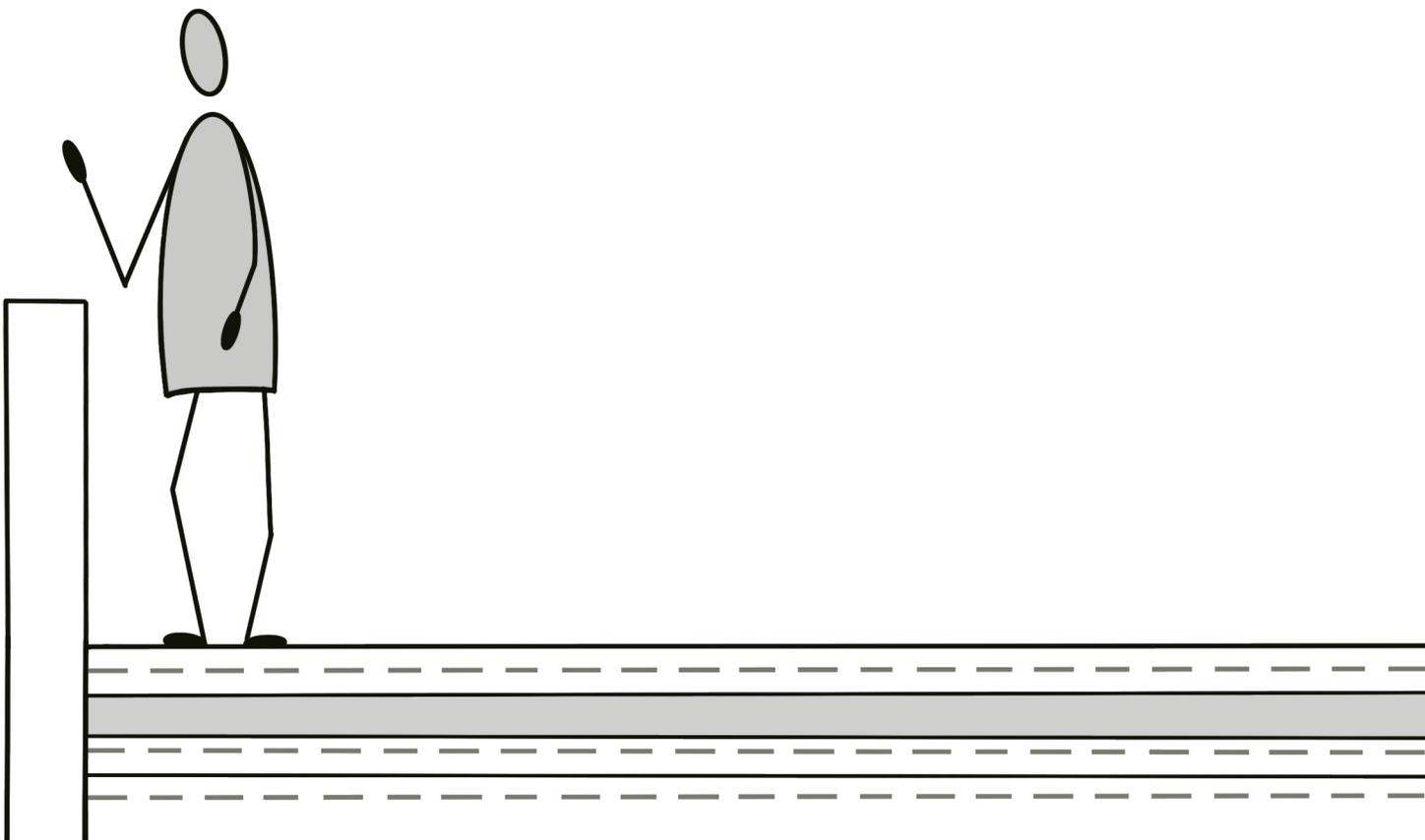
Estudio constructivo y funcional de las capas separadoras en cubiertas

Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Universitat Politècnica de València

Alicia Weisbach

Maria de los Ángeles Más Tomás
Júlia Garcia Borràs

25 de julio de 2024



ÍNDICE

RESUMEN	5
RESUM	5
ABSTRACT.....	5
1. PRÓLOGO	7
1.1 MOTIVACIÓN	7
1.2 OBJETIVOS	7
1.3 DESARROLLO DE LOS ODS	8
1.4 METODOLOGÍA.....	9
2. INTRODUCCIÓN.....	11
2.1 CONTEXTUALIZACIÓN	11
2.2 CUBIERTAS.....	12
2.2.1 Evolución constructiva	12
2.2.2 Requisitos básicos exigibles	15
2.3 PRINCIPALES TIPOLOGÍAS DE CUBIERTAS.....	19
3. CAPAS SEPARADORAS	25
3.1 ANTIADHERENTE	27
3.1.1 Definiciones.....	27
3.1.2 Materiales	27
3.1.3 Recomendaciones constructivas	28
3.1.4 Productos comerciales	30
3.2 ANTIPUNZONANTE	37
3.2.1 Definiciones.....	37
3.2.2 Materiales	37
3.2.3 Recomendaciones constructivas	38
3.2.4 Productos comerciales	43
3.3 INCOMPATIBILIDAD QUÍMICA.....	47
3.3.1 Definiciones.....	47
3.3.2 Materiales	48
3.3.3 Recomendaciones constructivas	48
3.3.4 Productos comerciales	50
3.4 FILTRANTE	58
3.4.1 Definiciones.....	58
3.4.2 Materiales	59
3.4.3 Recomendaciones constructivas	59
3.4.4 Productos comerciales	62

3.5 TABLA RESUMEN	65
4. FICHAS RESUMEN CAPAS SEPARADORAS	69
5. CONCLUSIONES	83
6. ANEXO	85
6.1 DEFINICIONES.....	85
7. REFERENCIAS	87
7.1 BIBLIOGRAFÍA	87
7.2 FIGURAS	92
7.3 TABLAS	94

Resumen

El presente trabajo se centra en la investigación exhaustiva de las capas separadoras utilizadas en la construcción de cubiertas planas, tanto invertidas como convencionales. Se explora su diversidad de tipologías, funciones y ubicaciones dentro de la estructura de las cubiertas. Se toma como base las normativas UNE relevantes, empleándolas como referencia y punto de partida para valorar y analizar los productos disponibles en el mercado. Todo ello se realiza con la intención de catalogar la información más relevante obtenida, además, de la consulta exhaustiva de productos comerciales, acercando las normativas y documentos de buenas prácticas al ejercicio profesional. El objetivo es facilitar esta información a los profesionales del campo de la edificación, con el fin de poder tomar decisiones orientadas a lograr una construcción con mayor sostenibilidad y durabilidad.

Resum

Aquest treball se centra en la investigació exhaustiva de les capes separadores utilitzades en la construcció de cobertes planes, tan invertides com convencionals. S'explora la diversitat de tipologies, funcions i ubicacions dins l'estructura de les cobertes. Es pren com a base les normatives UNE rellevants, emprant-les com a referència i punt de partida per a valorar i analitzar els productes disponibles al mercat. Tot això es realitza amb la intenció de catalogar la informació més rellevant obtinguda, a més, de la consulta exhaustiva de productes comercials, apropant les normatives i els documents de bones pràctiques a l'exercici professional. L'objectiu és facilitar aquesta informació als professionals del camp de l'edificació, per tal de poder prendre decisions orientades a aconseguir una construcció amb més sostenibilitat i durabilitat.

Abstract

The present study focuses on the thorough investigation of separation layers used in the construction of both main types of flat roofs: protected membrane roofs and conventional roofs. This research explores their diverse typologies, functions, and locations within roof structures. Drawing upon relevant UNE regulations as a baseline for reference, the aim is to compare them with products available in the market. The goal is to provide this information to professionals involved in roofing projects, enabling them to make informed decisions intended for achieving more sustainable and durable construction.

1. PRÓLOGO

1.1 Motivación

El estudio de las capas separadoras se ha planteado debido a la falta de atención respecto a su comportamiento, además de las ventajas de su incorporación en la edificación. Las capas separadoras en cubiertas planas, tanto invertidas como convencionales, son elementos muy importantes dentro de la composición de la cubierta, ya que mejoran su funcionalidad debida, sobre todo, a que incrementan la durabilidad de los componentes y, a su vez, la sostenibilidad ya que se necesitará menos material a lo largo de la vida de la cubierta, que podrán ser reutilizados en posteriores intervenciones. Pueden tener diferentes funciones y ubicaciones dentro de la estructura de la cubierta, según el tipo de capa separadora que se emplee. Existen unas normativas UNE relevantes en este ámbito, que condicionan el uso de estas capas, pero al no ser de obligado cumplimiento su importancia ha sido descuidada. No obstante, las empresas del sector sí que atienden a estas normativas para la elaboración de sus productos. Sin embargo, la información necesaria para su utilización es algo difícil de obtener. Por ello se ha tratado de compilar toda la información obtenida para que quede a la disposición de los profesionales.

1.2 Objetivos

El presente Trabajo Final de Grado tiene como objetivo principal realizar el análisis de una selección de productos que existen actualmente en el mercado de la construcción que se emplean como capas separadoras en cubiertas planas, para dar a conocer sus prestaciones y características.

También se pretende aprender sobre diferentes capas, mediante el análisis de sus propiedades, para crear, en cierta manera, un catálogo de los productos que se puedan usar en cada caso, con la recopilación de información técnica disponible en el ámbito. Para ello se centrará la búsqueda en torno a las funciones principales que tienen las capas, ofreciendo un panorama de las opciones que se encuentran en el mercado para cada una de las funciones específicas.

Con la finalidad de mejorar la construcción de cubiertas, tratando de conseguir una mayor sostenibilidad y durabilidad de los proyectos, se trabajará para poder compilar la información necesaria sobre los diferentes materiales, para así, facilitarlo a los profesionales del campo de la edificación.

1.3 Desarrollo de los ODS

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fueron adoptados por los países de las Naciones Unidas con el objetivo de abordar los desafíos sociales, económicos y ambientales más urgentes a los que nos enfrentamos, tratando de alcanzar sociedades más sostenibles para el año 2030. Por lo tanto, este presente trabajo trata de alinear nuestras acciones con esta agenda transformadora para atraer una construcción más sostenible.¹

La estructura de los programas de desarrollo sostenible de los diferentes países y como se llevan a cabo, condiciona que posteriormente resulten exitosos. Los ODS actúan como una guía a la hora de compaginar los planes nacionales con los compromisos mundiales de los países. La consecución de la nueva agenda, se espera que sea un esfuerzo conjunto en el que colaboren también los gobiernos, la sociedad civil y el sector privado, entre otros².

Este Trabajo Final de Grado se relaciona, sobre todo, con el Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles; el Objetivo 12: Producción y consumo responsables; y el Objetivo 13: Acción por el clima. El Objetivo 11 de los ODS busca lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Al aumentar la durabilidad y la vida útil de los materiales de una cubierta, se reduce la necesidad de reparaciones frecuentes y la generación de residuos de construcción y demolición. Esto contribuye, por un lado, a una infraestructura urbana más resiliente, sin desgaste acelerado, y por otro, a una sostenibilidad ambiental y a la reducción de la huella ecológica de las ciudades. Además, edificios con un buen mantenimiento y duraderos contribuyen a una mejor calidad de vida para los habitantes de la ciudad, proporcionando viviendas seguras y saludables. Este punto resulta muy importante debido a la rápida urbanización y el aumento de la población en ciudades³.

El Objetivo 12 busca garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Con el uso de capas separadoras en cubiertas se reduce la frecuencia de reemplazo y la demanda de nuevos materiales promoviendo un uso más eficiente de los recursos naturales. Así también, se producen menos residuos y, menos desechos significa menos necesidad de procesamiento y disposición, que es clave para un consumo y una producción sostenible⁴.

El Objetivo 13 de los ODS se centra en adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Por lo tanto, si se reduce la necesidad de producción y de transporte

¹ Naciones Unidas. 2015a.

² Ibid.

³ Naciones Unidas. 2015b.

⁴ Naciones Unidas. 2015c.

de nuevos materiales y de los desechos, se disminuye también la huella de carbono asociada a estas actividades. Se reducen así, las emisiones de gases de efecto invernadero, hecho que ayuda a mitigar el cambio climático. A su vez, extender la vida útil de los materiales también disminuye la necesidad de producir materiales nuevos, por lo que se produce un importante ahorro energético⁵.

Por otro lado, resulta algo consolador el creciente énfasis en la elaboración de informes de sostenibilidad por parte de las empresas, que se han triplicado en pocos años, reflejando un aumento en la conciencia sobre la necesidad de prácticas sostenibles en todos los sectores empresariales⁶.

Es así como, centrándonos en la materia de este trabajo, tendremos en cuenta estos objetivos, ya que el uso de capas separadoras en la construcción de cubiertas aumenta su durabilidad y reduce los costes de mantenimiento, a la vez proporciona mayor sostenibilidad y una mejora considerable de la construcción.

1.4 Metodología

La metodología desarrollada en este trabajo ha consistido, en primer lugar, en la revisión de la normativa vigente, como referencias básicas y para el estudio previo de las condiciones que se deben cumplir. De igual modo, se ha hecho un análisis de la situación actual del mercado en este ámbito y las posibles opciones o productos que existen. Posteriormente, se ha procedido a recabar toda la información técnica necesaria de los productos que se consideran adecuados para el uso como capas separadoras. Una vez obtenida toda la información importante se ha hecho un catálogo a modo de resumen para poder contrastar las opciones viables con las normativas UNE y acercarlas al sector. Sabiendo que la información sobre capas separadoras en cubiertas es escasa o difícil de encontrar, este catálogo ayuda a facilitar la búsqueda proporcionando un resumen de la información técnica necesaria de lo que existe en el mercado.

Así pues, las fuentes principales utilizadas para realizar este trabajo han sido las diferentes normativas (UNE 104416⁷ y UNE 104401⁸) además de las diversas empresas que comercializan las capas que se consideran para este trabajo.

⁵ Naciones Unidas. 2015d.

⁶ Naciones Unidas. 2015a.

⁷ AENOR. 2009.

⁸ AENOR. 2013.

Todo esto busca obtener una visión global y facilitarle al profesional que lo necesite la toma de decisiones en relación con el uso de capas separadoras en proyectos de cubiertas planas.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Contextualización

En primer lugar, cabe destacar la importancia de la sostenibilidad en la arquitectura y en la construcción, que ayuda a reducir el impacto ambiental de los edificios, ya que estos son causantes de una gran parte de emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de recursos naturales. Así pues, con una construcción sostenible se consigue reducir este impacto, por ejemplo, mediante empleo de energía renovable (Figura 1) o el uso de materiales constructivos que cumplan ciertos requisitos como, por ejemplo, que sean reciclables, que tengan una vida útil prolongada o que sean de origen local⁹.

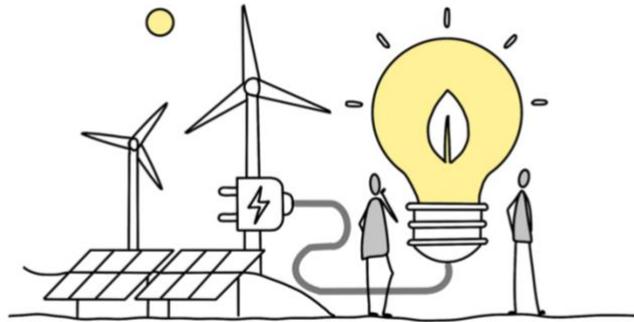


Fig. 1. Energías renovables.

Además, la construcción es un campo muy amplio, cuyas estrategias abarcan desde la construcción con medios pasivos hasta el empleo de nuevos materiales de alta tecnología. De entre este abanico de posibilidades, la eficiencia energética destaca como un importante objetivo de la arquitectura sostenible. Aunque pueda suponer un incremento de costes iniciales de construcción, se consiguen ahorros importantes a largo plazo en costos relacionados con el consumo de energía. También, puede mejorar significativamente el confort de las personas en el interior de los edificios, al proporcionar un entorno de mayor calidad en cuanto a ventilación, iluminación natural y calidad del aire. Otra estrategia se centra en el diseño de edificios que incorporen sistemas de producción de energía renovable, como paneles solares o placas fotovoltaicas, para reducir la huella de carbono del edificio¹⁰.

⁹ Paláez, A. Q. 2023.

¹⁰ Iglesias, T. 2024.

También es importante considerar el ciclo de vida completo de un edificio, desde la planificación y el diseño, pasando por la ejecución de la obra, hasta llegar al periodo de su uso y a su final, para minimizar su impacto ambiental en cada una de las etapas. Se debe tener en cuenta un uso eficiente de recursos como el agua, la energía, y procurar una mínima generación de residuos durante el proceso de construcción¹¹.

2.2 Cubiertas

Dentro del campo de la construcción, las cubiertas son elementos esenciales que proporcionan protección y seguridad a los edificios. No solo actúan como barrera contra el asoleamiento y frente a los agentes atmosféricos, sino que también influyen en la eficiencia energética, el confort interior y la estética del edificio¹². Además, es uno de los elementos constructivos que mayor atención requiere en su diseño porque es, a la vez, de los elementos que más lesiones puede sufrir¹³.

2.2.1 Evolución constructiva

Desde los primeros asentamientos, la humanidad necesitaba protegerse, por lo que empezaron a crear elementos que aportasen refugio y seguridad. Los primeros sistemas de cubiertas eran simples refugios formados de materiales naturales como, por ejemplo, ramas, hojas, pieles de animales y barro, que proporcionaban la protección suficiente contra los fenómenos atmosféricos (Figura 2)¹⁴.



Fig. 2. Croquis de una cubierta rudimentaria.

¹¹ Iglesias, T. 2024.

¹² Formación Prevención. 2023.

¹³ Mas, A. 2020. 3.

¹⁴ Blanco, F. 2012.

Más adelante, los egipcios empezaron a construir cubiertas con bloques másicos de piedra y techos de madera protegidos con arcilla. Esto permitía mantener el interior a una temperatura menor que el exterior (Figura 3). Posteriormente, las civilizaciones griegas y romanas empezaron a desarrollar algunas técnicas más avanzadas para construir cubiertas como, por ejemplo, el uso de las tejas de arcilla cocida para paramentos inclinados¹⁵.

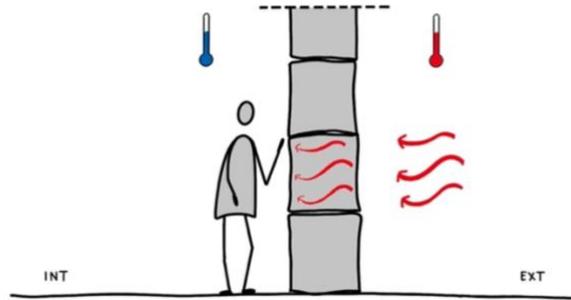


Fig. 3. Croquis pared de piedra gruesa. Conservación de temperatura.

En la Edad Media abunda la construcción de castillos, iglesias y catedrales, en estos casos, las cubiertas eran inclinadas o abovedadas y se hacían de madera principalmente, y piedra en la construcción de espacios abovedados. También se empezó a incorporar el plomo, para conseguir estructuras más duraderas y elaboradas¹⁶.

Con el Renacimiento se recuperaron algunas técnicas de la antigüedad y se adaptó para el sistema de revestimiento de las cubiertas el uso de materiales como tejas de terracota y pizarra, tanto para edificios residenciales como públicos. Poco a poco se fueron introduciendo nuevos materiales y, con el avance tecnológico, se desarrollaron también diferentes técnicas. Hasta entonces predominaban cubiertas inclinadas, más adelante empezaron a aparecer cubiertas planas poco a poco¹⁷.

Las cubiertas planas se empezaron a construir como solución a la falta de espacio habitable en ciudades de alta densidad, en un principio, en localizaciones de precipitaciones bajas y buena climatología. Frecuentemente, se usaban para secar el grano, tender la colada o como terraza (Figura 4). Más adelante, la aparición de la época moderna y el auge de la industria permitió la elaboración de materiales impermeables que favorecían la estanqueidad de la cubierta. Por lo tanto, al optimizar su funcionamiento se expandió el uso de esta tipología.

¹⁵ Seguí, P. 2024.

¹⁶ Ibid.

¹⁷ Ibid.

Pero no es hasta el desarrollo del hormigón armado que se empieza a generalizar la cubierta plana en los edificios¹⁸.



Fig. 4. Croquis distintos usos de las primeras cubiertas planas.

Le Corbusier, uno de los arquitectos más destacados del siglo XX, recalca la importancia de las cubiertas de los edificios, subrayando que no deben ser descuidadas. La cubierta de un edificio, no solo es un elemento funcional, sino también un componente integral del diseño arquitectónico. Por lo tanto, Le Corbusier promovió la idea de que la cubierta de un edificio debía tener tanto valor estético como funcional. Veía la cubierta como un espacio habitable más del edificio que puede mejorar la calidad de vida. Razonaba que las cubiertas planas permiten mejor distribución de la luz y facilitan la ventilación, y así contribuyen a un ambiente interior más saludable y confortable. Estas ideas de Le Corbusier revolucionaron la arquitectura moderna, introduciendo nuevas formas y estructuras¹⁹.

Desde ese momento, las cubiertas ofrecen una gran variedad de posibilidades y usos, permitiendo adaptaciones según el momento, el lugar y el contexto. Es posible entenderlas como una gran terraza para disfrutar del paisaje o como elemento principal de una edificación, que desempeña un papel protagonista en el diseño de esta y del edificio. Se puede convertir en un espacio poco tradicional, donde se puede llegar a usar la superficie para ejecutar una piscina; para instalaciones técnicas; cajas de ascensores; instalar un jardín y antenas satelitales²⁰.

Concretamente en España, en relación con la climatología está muy diferenciada la zona mediterránea del norte del país. Cerca de la costa mediterránea abundan más las cubiertas

¹⁸ Monjo, J. 38.

¹⁹ Selecta home. 2015.

²⁰ Byrne, M. 2016.

planas dado que tiene un clima más cálido y seco con veranos muy calurosos e inviernos suaves y las lluvias son más bien escasas. En cambio, en el norte el clima es más húmedo y lluvioso, y en invierno pueden experimentar nevadas y heladas, por lo que abundan las cubiertas inclinadas para garantizar un rápido escurrimiento del agua, facilitar el deshielo y el desalojo de la nieve, evitando acumulaciones peligrosas²¹.

2.2.2 Requisitos básicos exigibles

En el Código Técnico de la Edificación (CTE) se especifican algunos requisitos básicos que deben de cumplir todo tipo de cubiertas.

En el Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones en la Edificación (DB-SE AE) se requiere que las cubiertas puedan sostener las acciones permanentes, variables y accidentales. Es decir, las que son debidas al peso propio de los materiales con lo que se construyen la cubierta; las sobrecargas de uso, viento y nieve, que dependerá sobre todo del tipo de uso, su localización, y la forma y dimensión del edificio; las accidentales que derivan del sismo, incendios u otros impactos²².

En el Documento Básico de Salubridad (DB-HS) de protección frente a la humedad se establece el grado de impermeabilidad exigido a las cubiertas. En el caso de las cubiertas, depende exclusivamente de los factores climáticos. Por lo tanto, como dice el documento, se evitará la presencia de humedad en el interior de los espacios y en sus cerramientos como consecuencia de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, de agua del terreno o de condensaciones, disponiendo elementos impermeables o, que permitan la evacuación sin dañar la construcción²³.

Para el grado de impermeabilidad que se les exige a las cubiertas se estipulan unas condiciones constructivas. De ahí que, cualquier solución constructiva alcanzará la impermeabilización necesaria siempre que disponga de los elementos siguientes²⁴ (dispuestos sobre el soporte resistente):

- Hormigones o morteros para la formación de pendientes.
- Una barrera corta vapor (B) directamente debajo del aislamiento cuando se prevean condensaciones en esos elementos.
- Un aislante térmico.

²¹ Monjo, J. 38.

²² Ministerio de Fomento. 2009. 3,7.

²³ Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana. 2022b. 29.

²⁴ Ibid.

- Una capa separadora cuando sea necesario evitar que dos elementos químicamente incompatibles estén en contacto o que el sistema de impermeabilización se adhiera al soporte en sistemas no adheridos.
- Un sistema de impermeabilización en cubiertas planas o inclinadas cuando la pendiente no sea adecuada, o cuando el solapo de las capas de protección sea insuficiente.
- Otra capa separadora entre la impermeabilización y la protección, siempre y cuando:
 - sea necesario evitar la adherencia entre las capas.
 - el sistema de impermeabilización tenga muy poca resistencia al punzonamiento estático.
 - la protección sea un solado flotante colocado sobre soportes, grava (en este caso, la capa separadora ha de ser antipunzonante), rodadura de hormigón, rodadura de aglomerado asfáltico sobre mortero o tierra vegetal (en este caso, colocar directamente encima de la capa separadora una capa drenante y sobre ésta una filtrante).
- Otra capa separadora entre la protección y el aislamiento, siempre y cuando:
 - la protección sea tierra vegetal, disponiendo además una capa drenante y otra filtrante, directamente encima de la capa separadora.
 - la cubierta se transite, en este caso la capa separadora ha de ser antipunzonante.
 - la protección sea grava, en este caso la capa separadora ha de ser filtrante para impedir el paso de áridos finos, y antipunzonante.
- Una capa de protección cuando se trate de cubiertas planas, exceptuando cuando el sistema de impermeabilización sea autoprotegido.
- Un sistema de evacuación de aguas ya sea de canalones, sumideros o rebosaderos, dimensionado acorde al CTE.

Siguiendo estas indicaciones, las cubiertas deben contar con un sistema de formación de pendientes que permita la evacuación de aguas fácilmente. Para cubiertas planas, este sistema debe tener una pendiente dentro de unos parámetros, para garantizar su funcionamiento, que se sitúa entre el 1 y 5 %. Con una pendiente superior al 5 %, la cubierta se considera inclinada. La lámina impermeable se puede colocar con un sistema adherido, en los casos en los que se disponga un sistema no adherido se precisará una capa de protección pesada²⁵.

²⁵ Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana. 2022b. 30.

Para garantizar la estanqueidad en las cubiertas, se les da gran importancia a los encuentros entre forjados y paramentos verticales. Siempre deberá de prolongarse la impermeabilización hasta una altura mínima de 20 cm por encima de la terminación de la cubierta (Figura 5)²⁶.

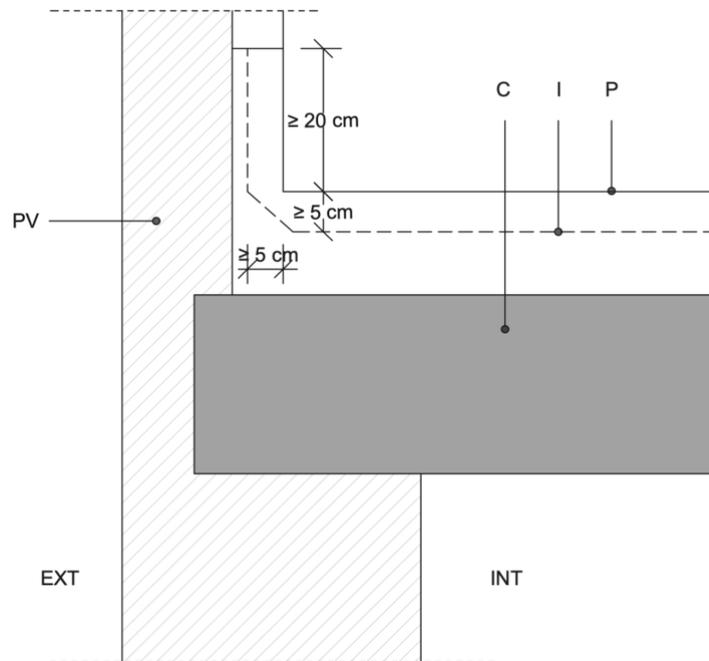


Fig. 5. Encuentro con paramento vertical. Leyenda: PV Pavimento vertical; C Cubierta; I Impermeabilización; P Protección.

En el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) también se especifican algunas exigencias, ya que, las cubiertas forman parte de la envolvente térmica del edificio. Por lo tanto, hay que tomar en consideración las posibles pérdidas y ganancias de calor que pueda haber a través de ellas para, así, limitar el consumo energético de los edificios y mejorar el confort higrotérmico en el interior²⁷.

Los valores de transmitancia térmica (U_{lim}) se miden en W/m^2K (Tabla 1), comprendiendo las resistencias térmicas superficiales de las caras del elemento constructivo, o sea, refleja su capacidad de transmisión térmica en su posición definitiva en el edificio. Cuanto menor sea este valor, menor será la transmisión y, por lo tanto, el flujo de energía entre ambas caras. Por lo tanto, cuanto menor sea la transmitancia, mayor será su capacidad aislante²⁸.

²⁶ Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana. 2022b. 36.

²⁷ Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana. 2022a. 9.

²⁸ Ibid. 15.

Tabla 1. Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [W/m^2K].

ELEMENTO	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_c)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33

En el Documento Básico de Protección frente al ruido (DB-HR) hay un apartado que trata sobre la protección frente al ruido aéreo, de importancia en el caso de las cubiertas. En este, se especifican unos requerimientos de aislamiento acústico con el objetivo de limitar el ruido en el interior de los edificios, por las posibles molestias que puedan causar a los usuarios. En concreto, el aislamiento acústico a ruido aéreo no será menor que los índices establecidos en este apartado, su cumplimiento se comprobará en obra mediante la realización de ensayos²⁹.

En el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendios (DB-SI) se establecen las condiciones en cuanto a la reacción al fuego. Este documento aporta un análisis de los materiales en función del grado de combustibilidad, la emisión de humo y el desprendimiento de gotas o partículas inflamadas. Con el fin de limitar riesgos de propagación del fuego por la cubierta, esta deberá presentar unas resistencias mínimas indicadas. También describe algunas alternativas, como, por ejemplo, la prolongación de la medianería 60 cm por encima del acabado de la cubierta³⁰.

Se considera que un elemento es suficientemente resistente al fuego si, durante el incendio, el valor calculado del efecto de las acciones en cualquier instante "t" no excede la resistencia del elemento. En términos generales, es suficiente verificar esta condición en el momento de mayor temperatura, que según el modelo de curva normalizada tiempo-temperatura, ocurre al final del incendio. En el caso de una cubierta, cuando esta no se ha previsto para la evacuación de los usuarios, y su altura respecto de la rasante exterior no supera los 28 m, podrá ser de R 30 (siendo R la resistencia al fuego suficiente), siempre y cuando en el caso de que falle, no cause daños graves a los edificios o establecimientos cercanos, ni ponga en riesgo la estabilidad de otras plantas inferiores o compartimentaciones de sectores de incendio³¹.

En el Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad (DB-SUA) se limita la resbaladidad de los pavimentos para evitar riesgos de caída. Se obliga a colocar barreras

²⁹ Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. 2019. 8.

³⁰ Ministerio de Fomento. 2019. 19.

³¹ Ibid. 38.

de protección en desniveles, huecos o aberturas, balcones, ventanas, etc. que tengan una diferencia de cota mayor de 55 cm, a no ser que la caída sea muy improbable por cómo se ha dispuesto constructivamente. Estas barreras deberán cumplir unos valores mínimos de altura: 90 cm para diferencia de cotas que no excedan los 6 m y 110 cm en el resto de los casos³².

Además, se exigen unas condiciones de mantenimiento, que vendrán en función de la durabilidad de sus componentes. Siempre que estos cumplan con las especificaciones operativas, la cubierta seguirá desempeñando sus funciones adecuadamente. Así pues, la capa de terminación de la cubierta, o capa de protección, sirve a su vez para prevenir el deterioro y envejecimiento de los elementos que conforman las capas, sobre todo las de impermeabilización y aislamiento térmico. Esto ya se tiene en cuenta en la fase del diseño, donde no solo se trata de utilizar materiales resistentes y duraderos, sino también se toman en consideración los esfuerzos que se producen y que la cubierta ha de absorber, como por ejemplo variaciones de dimensión por dilataciones térmicas³³.

2.3 Principales tipologías de cubiertas

Actualmente se pueden clasificar las cubiertas planas en función del sistema constructivo empleado y de cómo es su **comportamiento higrotérmico**. Se puede distinguir entre dos tipos de cubiertas planas:

- Cubiertas ventiladas, o frías (Figura 6), se trata de cubiertas de doble hoja, o doble pared, entre las cuales se encuentra una cámara de aire³⁴.

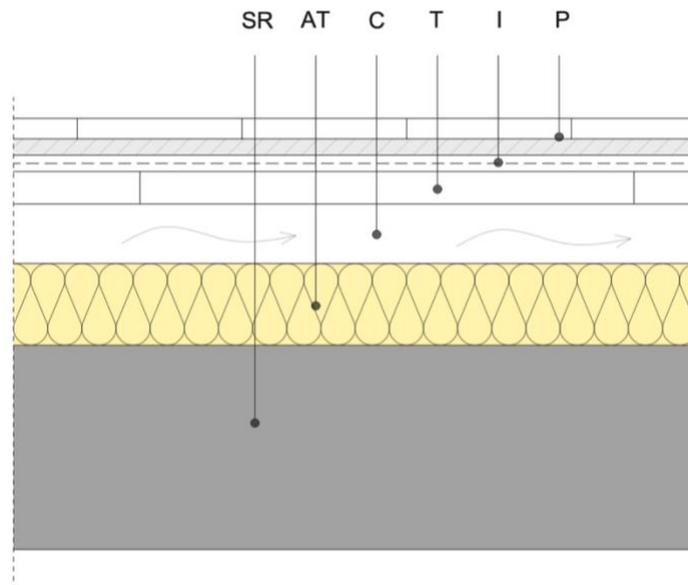


Fig. 6. Cubierta ventilada. Leyenda: SR Soporte resistente; AT Aislante térmico; C Cámara de aire; T Tablero; I Impermeabilización P Protección.

³² Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. 2022. 18.

³³ Construcción II. 2022.

³⁴ Mas, A. 2020. 7.

- Cubiertas no ventiladas, o calientes (Figura 7), son cubiertas de simple pared que no tienen cámara de aire intermedia³⁵.

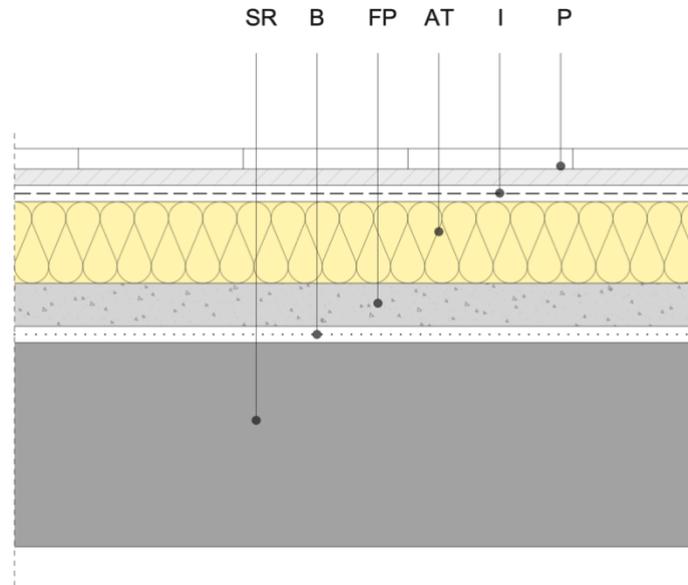


Fig. 7. Cubierta no ventilada. Leyenda: SR Soporte resistente. B Barrera cortavapor. FP Formación de pendiente. AT Aislante térmico. I Impermeabilización. P Protección.

Las cubiertas de simple pared se suele recomendar su uso en zonas con solicitaciones climáticas menores y zonas en las que las humedades relativas no alcancen más del 80 o 85 %. Para humedades superiores al 70 % será necesario el uso de medidas adicionales para el acondicionamiento de los espacios interiores. Las cubiertas de doble pared se aconsejan para humedades relativas que se mantengan constantes sobre el 80 %³⁶.

Como se ha comentado anteriormente, uno de los problemas principales que va a presentarse en cubiertas es la aparición de condensaciones. En los sistemas constructivos de cubiertas frías, la cámara de aire ventila el interior de la cubierta mediante la entrada de aire del exterior, el cual ayuda a mantener una temperatura más uniforme, por lo que se reduce el riesgo de condensaciones en la cara interna de la cubierta. En las cubiertas no ventiladas no existe una cámara de aire ventilada entre la estructura y las capas de impermeabilización y aislamiento, por lo que, las capas están en contacto directo unas con otras y con la estructura del edificio. En esta situación el vapor de agua puede migrar desde el interior del edificio hasta las capas superiores de la cubierta, enfriarse y condensarse³⁷.

³⁵ Mas, A. 2020. 7.

³⁶ Ibid.

³⁷ Ibid. 16.

Entre las cubiertas calientes se distinguen dos tipos, las cubiertas convencionales y las invertidas. En la distinción de estas, la impermeabilización y el aislante térmico juegan un papel muy importante. Así pues, si nos fijamos en la disposición de estos materiales, según se coloque uno sobre otro se determinará si la cubierta es convencional o invertida. Entonces, serán cubiertas convencionales cuando la capa impermeabilizante esté por encima del aislamiento (Figura 8). En este caso se precisa colocar una barrera cortavapor, que se colocará debajo del aislante o debajo de la formación de pendientes, según la materialidad que tenga esta última capa. La formación de pendiente en algunos casos se hace de hormigón celular. Este material tiene propiedades aislantes térmicas mejoradas debido a que en su interior tiene celdas de aire. Esto significa que es relativamente permeable al vapor de agua, por lo que, este puede atravesar el hormigón y condensar en las capas superiores³⁸. Es en estos casos, la barrera cortavapor se coloca debajo de la formación de pendientes (Figura 9).

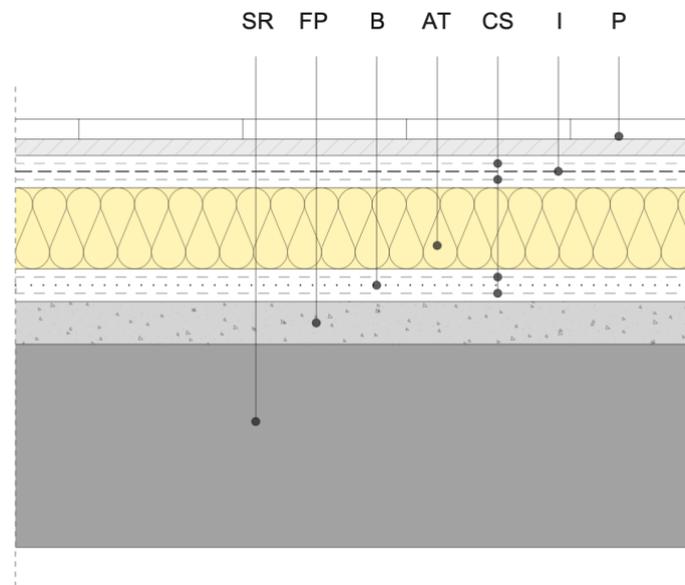


Fig. 8. Cubierta convencional. Leyenda: SR Soporte resistente. FP Formación de pendiente. B Barrera cortavapor. AT Aislante térmico. CS Capa separadora. I Impermeabilización. P Protección.

³⁸ Mas, A. 2020. 7.

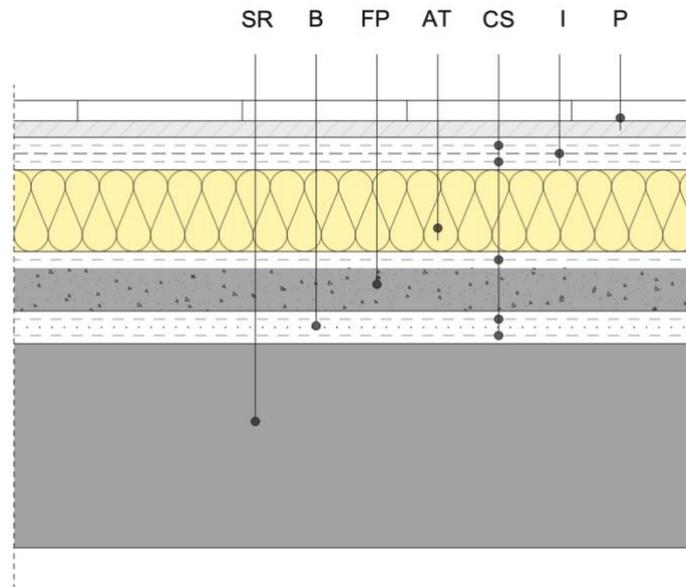


Fig. 9. Cubierta convencional. Formación de pendientes con hormigón celular. Leyenda: SR Soporte resistente. B Barrera cortavapor. FP Formación de pendiente. AT Aislante térmico. CS Capa separadora. I Impermeabilización. P Protección.

Por otro lado, se tratará de una cubierta invertida cuando el aislante se encuentre encima de la lámina impermeable. Esta capa queda dispuesta bajo el aislante (cara interior o caliente), por lo que no hace falta disponer una barrera cortavapor debido a que la impermeabilización asume esta función³⁹ (Figura 10).

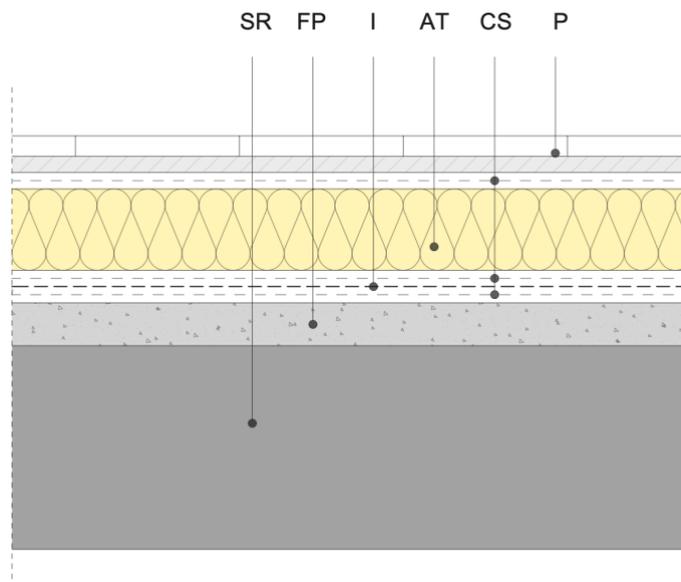


Fig. 10. Cubierta invertida. Leyenda: SR Soporte resistente. FP Formación de pendiente. I Impermeabilización. AT Aislante térmico. CS Capa separadora. P Protección.

³⁹ Mas, A. 2020. 20

Además de reducir el número de capas al evitarse la colocación de la barrera cortavapor, la cubierta invertida tiene algunas otras ventajas en comparación con las cubiertas tradicionales: protección de la impermeabilización contra la variación de temperaturas o contra daños mecánicos; facilidad de localización de las posibles goteras debidas a la perforación del material impermeable, cuando se coloca la lámina impermeable completamente adherida; ausencia de bolsas de vapor debidas a humedades contenidas entre las capas de aislante; construcción y montaje independiente de las condiciones atmosféricas, ya que el aislante térmico puede colocarse, sin desprejar sus características, incluso en tiempo lluvioso; los paneles aislantes y la protección pueden ser empleados en caso de que sea necesario aumentar el grosor de la cubierta, de manera que se eleva la cota final de la cubierta⁴⁰.

Cabe destacar las capas de impermeabilización y de aislamiento térmico, ya que asumen un papel importante en el correcto funcionamiento de la cubierta. La impermeabilización es esencial para evitar filtraciones de agua, proteger la estructura del edificio y prolongar su vida útil. Existe una variedad de materiales y técnicas, como, por ejemplo, **membranas** (las palabras marcadas así están definidas en el Anexo, 6.1 Definiciones), **selladores** y **adhesivos**. Estos elementos trabajan en conjunto para crear una barrera efectiva contra la entrada de agua⁴¹.

El aislante térmico es el otro componente que también influye significativamente en el confort interior, la eficiencia energética y la sostenibilidad del edificio. El aislamiento térmico no solo ayuda a mantener una temperatura interior adecuada a lo largo del año, sino que también reduce la pérdida de calor en invierno y el ingreso de calor en verano, lo que disminuye la carga sobre los sistemas de calefacción y refrigeración⁴².

Por otro lado, se debe garantizar el correcto mantenimiento y durabilidad de estos materiales, como también el resto de la cubierta. La impermeabilización es una capa muy delicada. En las cubiertas invertidas al estar debajo del aislante, está protegida de las agresiones mecánicas y de los rayos UV. Además, las juntas de dilatación térmica están más separadas, por lo que, se reduce significativamente el riesgo de filtraciones de agua. De este modo, debido sobre todo a que está más protegida, su mantenimiento resulta mucho más sencillo⁴³.

⁴⁰ Mas, A. 2022. 20.

⁴¹ Construmática, 2024.

⁴² Ibid.

⁴³ Rodríguez, J. 2024.

Aun así, en todo caso se debe asegurar que la membrana impermeable esté protegida tanto de elementos puntiagudos que puedan perforarla o de los efectos del sol para poder garantizar su correcto funcionamiento, por lo que se dispondrán, además, capas separadoras o auxiliares en los casos que hagan falta.

3. CAPAS SEPARADORAS

Las capas separadoras, o también llamadas auxiliares, son elementos que se intercalan entre dos capas principales de la cubierta. Deben ser **imputrescibles** y compatibles con los materiales con los que estén en contacto⁴⁴.

De acuerdo con la norma UNE 104416⁴⁵ “una capa auxiliar es un fieltro, película o cualquier otro material en forma de estrato que se intercala entre dos elementos del sistema para procurar una función: la adherencia entre ellos, proporcionar protección física o química a la membrana, facilitar los movimientos diferenciales entre elementos, filtrar agua, etc.”. Además, “se pueden utilizar únicamente como complemento y, por sí solas, no pueden formar una membrana impermeabilizante”⁴⁶.

Las principales funciones de las capas separadoras en cubiertas planas son las siguientes:

- Antiadherente.
- Antipunzonante.
- Incompatibilidad química.
- Filtrante.
- Difusora de vapor.
- Retenedora de humedad.
- Antirraíces.

Las cuatro últimas son de uso prácticamente exclusivo en cubiertas ajardinadas. Este trabajo se centrará en las capas separadoras más empleadas en las cubiertas planas tradicionales, tanto convencionales como invertidas, siendo estas capas las: antiadherentes; antipunzonantes; filtrantes y de incompatibilidad química.

En general, estas capas separadoras se emplean en la construcción de las cubiertas debido a las numerosas ventajas que ofrecen (Tabla 2), las cuales mejoran significativamente su funcionalidad. Estos productos proporcionan una mayor durabilidad, contribuyendo así a la prolongación de la vida útil de las cubiertas y rendimiento óptimo⁴⁷.

⁴⁴ AENOR. 2013. 8.

⁴⁵ AENOR 2009.

⁴⁶ Ibid. 8.

⁴⁷ BMI Group. 2024.

Tabla 2. Funciones de las capas separadoras.

FUNCIÓN	VENTAJAS
Antiadherente / Incompatibilidad química	Impide el contacto entre dos superficies con propiedades físicas y químicas diferentes, evitando así su mezcla y contaminación, mientras permite el flujo libre de líquidos al filtrarlos. Estas capas permanecen estables ante la alcalinidad del hormigón e inerte frente a los diversos elementos químicos presentes en el terreno.
Antipunzonante	Debido a las múltiples propiedades mecánicas de las capas separadoras, que aumentan la resistencia a las cargas de la propia cubierta, logran desempeñar una función protectora. Se consigue proteger, sobre todo, la lámina impermeable, evitando su deterioro. Actúa además, resguardando las otras capas, previniendo daños mecánicos por abrasión o punzonamiento. A largo plazo, los materiales presentan una mayor estabilidad.
Filtrante	Es capaz de retener partículas sometidas a actividad hidráulica mientras permite el paso de fluidos. La función de filtro debe asegurar la estabilidad hidráulica, es decir, evitar problemas de erosión o el colapso del suelo debido al flujo descontrolado del agua.

Además, para designar las capas separadoras se indica el tipo y la armadura usada. De acuerdo con la norma UNE 104401⁴⁸, se identifican como:

- FS (fieltro sintético).
- FFV (fieltro de fibra de vidrio).
- LP (lámina de plástico).

Además, se van a emplear otras abreviaciones de acuerdo con esta norma, como son⁴⁹:

- P (protección pesada).
- CS (capa separadora).
- I (impermeabilización).
- AT (aislante térmico).
- B (barrera cortavapor).
- FP (formación de pendiente).

⁴⁸ AENOR. 2013. 41.

⁴⁹ AENOR. 2009. 16.

- SR (Soporte resistente).

A continuación, nos centraremos en cada una de las funciones que se van a estudiar con más a profundidad en este trabajo, resumiendo la información obtenida de la normativa, de los productos comerciales analizados, además de destacar algunas cuestiones importantes.

3.1 Antiadherente

3.1.1 Definiciones

Según UNE 104416 se trata de “la capa que tiene como función principal evitar que dos elementos del sistema se adhieran”⁵⁰.

Según UNE 104401 se trata de “una capa que se intercala entre elementos del sistema de impermeabilización para evitar la adherencia y/o facilitar los movimientos diferenciales entre los componentes de la cubierta”⁵¹.

En algunas ocasiones también se conoce como capa de **desolidarización** porque se utiliza cuando se deba separar o evitar que dos elementos del sistema de impermeabilización se peguen entre sí o con otros elementos de la cubierta. En los casos en los que se independizan cada uno de los elementos, se proporciona la máxima flexibilidad al sistema impermeable, ya que, todas las capas se mueven libremente e independiente de las demás⁵².

3.1.2 Materiales

Esta capa puede estar compuesta de tres tipos de materiales y con diferentes gramajes o espesores⁵³:

- FFV 120: Filtro de fibra de vidrio compacto de masa mayor o igual a un gramaje de 120 g/m².
- FS 250: Filtro sintético de compacto con una masa mayor o igual a un gramaje de 250 g/m².
- LP 120: Lámina de plástico con masa mayor o igual a un gramaje de 120 g/m².

⁵⁰ AENOR. 2009. 8

⁵¹ AENOR. 2013. 8.

⁵² AENOR. 2009. 54.

⁵³ Ibid. 55.

3.1.3 Recomendaciones constructivas

Entre otras cosas, es importante tener en cuenta la posición más habitual de la capa dentro de la cubierta, tal y como se ve en las tablas 3 y 4 y la representación en la Figura 11 y 12⁵⁴.

Tabla 3. Ubicación de la capa separadora antiadherente en una cubierta plana invertida.

TIPOLOGÍA DE CUBIERTA INVERTIDA	
P	Protección pesada de hormigones o morteros extendidos in situ
CS	Capa antiadherente FS 250, FFV 120 o LP 120
AT	Paneles aislantes de poliestireno en cubiertas invertidas
CS	Capa antiadherente FS 250 o FFV 120
I	Membrana impermeabilizante
CS	Capa separadora
FP	Formación de pendiente. Mortero de cemento
SR	Soporte resistente

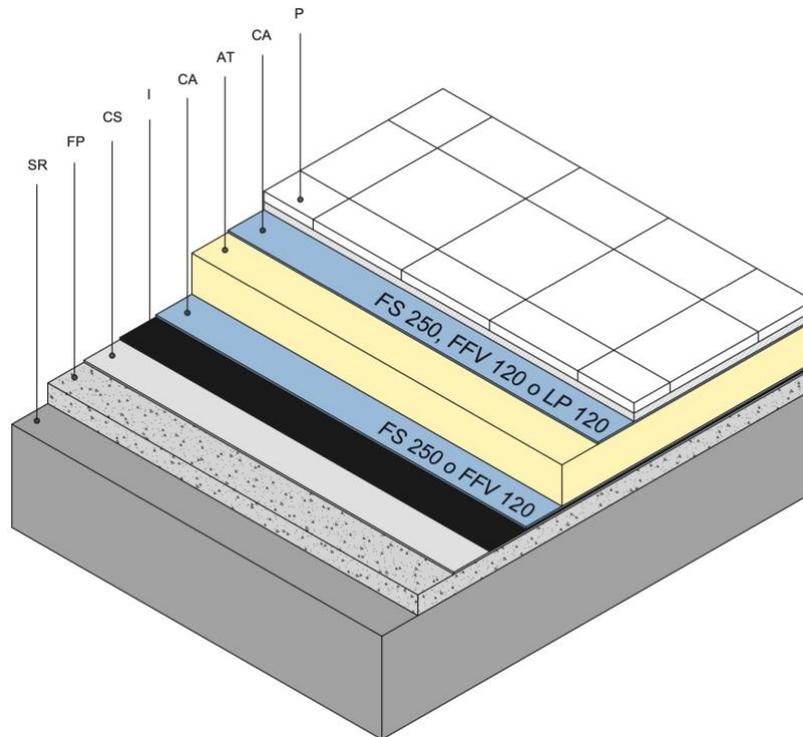


Fig. 11. Posición capa antiadherente en cubierta invertida. Leyenda: SR Soporte resistente. FP Formación de pendiente. CS Capa separadora. I Impermeabilización. CA Capa antiadherente. AT Aislante térmico. P Protección (pavimento fijo con mortero de agarre).

⁵⁴ AENOR. 2009. 55.

Tabla 4. Ubicación de la capa separadora antiadherente en una cubierta plana convencional.

TIPOLOGÍA DE CUBIERTA CONVENCIONAL		
P	Protección pesada de hormigones o morteros extendidos in situ	
CS	Capa separadora	
I	Membrana impermeabilizante	
CS	Capa antiadherente FS 250 o FFV 120	
AT	Paneles aislantes	
CS	Capa antiadherente FS 250, FFV 120 o LP 120	
B	Barrera cortavapor formada con láminas bituminosas	
	Cuando están soldadas entre sí con llama	Cuando van unidas entre sí mediante adhesivos
CS	Capa antiadherente FFV 120	Capa antiadherente FS 250, FFV 120 o LP 120
FP	Formación de pendiente. Mortero de cemento	
SR	Soporte resistente	

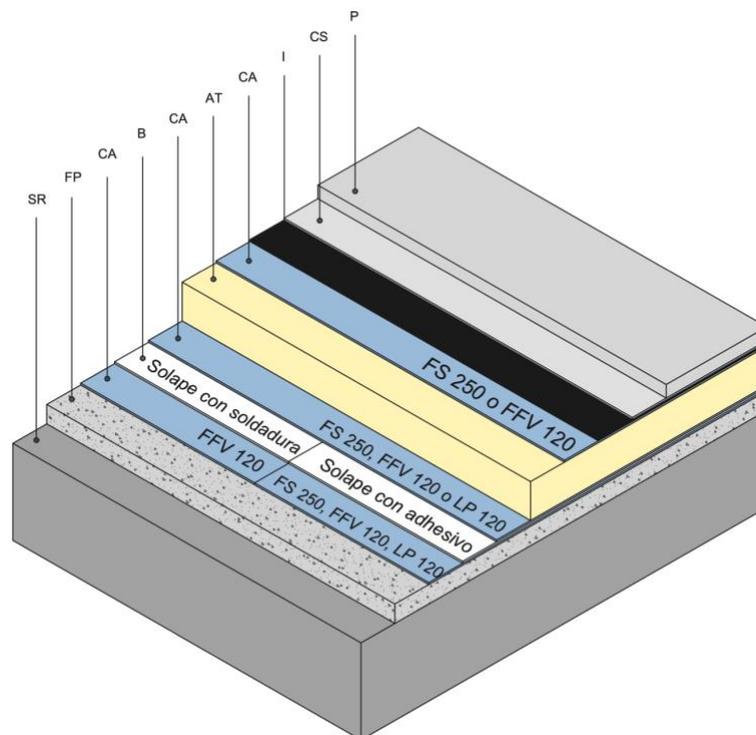


Fig. 12. Posición capa antiadherente en cubierta convencional. Leyenda: SR Soporte resistente. FP Formación de pendiente. CA Capa antiadherente. B Barrera corta vapor. AT Aislante térmico. I Impermeabilización. CS Capa separadora. P Protección (hormigón).

3.1.4 Productos comerciales

Sobre la base de las recomendaciones que se indican en la UNE 104416 se han buscado productos que existen actualmente en el mercado con las prestaciones adecuadas. Especialmente, se ha puesto atención sobre todo en el gramaje del material. Los productos que se han encontrado son, principalmente, de tres casas comerciales: Regarsa, BMI Roofing Systems SLU y SOPREMA Iberia S.L.U.

Para capas separadoras antiadherentes de **fieltro de fibra de vidrio** (FFV) existen diferentes opciones de la gama "Regar-Mat" de Regarsa, con las prestaciones que se indican en las tablas 5 y 6.

Tabla 5. Formato fieltro fibra de vidrio Regar-Mat.

REGAR-MAT				
	150	225	300	450
Gramaje (g/m ²)	150	225	300	450
Largo (m)	8 / 20 / 50			
Ancho (m)	1 / 1,25			
Color	Beige			

Tabla 6. Características técnicas fieltro fibra de vidrio Regar-Mat.

REGAR-MAT								
	250		300		400		500	
Resistencia a la tracción (N/mm)	U ^a	≥100N / 150mm	U	≥100N / 150mm	U	≥60N / 150mm	U	≥60N / 150mm
	T ^b	≥100N / 150mm	T	≥100N / 150mm	T	≥60N / 150mm	T	≥60N / 150mm
Permeabilidad al agua (m/s)	< 5 · 10 ⁻³		< 4 · 10 ⁻³		< 2 · 10 ⁻³		< 2 · 10 ⁻³	
<p>a. Urdimbre (U). Indica la capacidad del tejido para soportar fuerzas aplicadas a lo largo de los hilos paralelos al borde más largo.</p> <p>b. Trama (T). Indica la capacidad del tejido para soportar fuerzas aplicadas a lo largo de los hilos transversales, tejidos sobre y bajo los hilos de la urdimbre.</p>								

Es un material formado por hilos cortados de fibra de vidrio (Figura 13) que se mantienen unidos mediante un **emulsionante**. Tienen un cierto contenido de resinas, que proporciona

resistencia, durabilidad y ayuda a la impermeabilidad. Se recomienda su uso en cubiertas como impermeabilización o construcción de laminados estructurales⁵⁵.



Fig. 13. Regar-Mat. Regarsa.

Entre sus características destaca que: es altamente soluble en resina aglomerante; proporciona un excelente rendimiento; presenta una buena resistencia a la tracción a la vez que flexibilidad; tiene una distribución excelente de las fibras; tiene un peso uniforme; y posee excelente translucidez⁵⁶.

Para capas separadoras antiadherentes de **fieltro sintético** (FS) existen diferentes opciones de la gama "Geofim" de Chova, del grupo BMI con las prestaciones que se indican en las tablas 7 y 8.

Tabla 7. Formato fieltro sintético Geofim de poliéster.

	GEOFIM			
	250	300	400	500
Gramaje (g/m ²)	250	300	400	500
Largo (m)	75		60	
Ancho (m)	5,3	2,2		
Espesor (mm)	2,03	2,42	2,43	2,72
Color	Blanco			

⁵⁵ Regarsa. 2024a.

⁵⁶ Regarsa. 2022.

Tabla 8. Características técnicas fieltro sintético Geofim de poliéster.

GEOFIM								
	250		300		400		500	
Resistencia a la tracción (kN/m)	L ^a	2,82	L	4,60	L	8,67	L	11,00
	T ^b	3,83	T	4,85	T	9,76	T	11,50
Alargamiento a la rotura (%)	L	50	L	85	L	90	L	50
	T	70	T	60	T	100	T	70
Punzonamiento estático (N)	650		900		1500		1750	
Perforación dinámica (mm)	40		23,80				22,40	
Medida de apertura (µm)	70		60		55		50	
Permeabilidad al agua (m/s)	$150,35 \cdot 10^{-3}$		$100,79 \cdot 10^{-3}$		$63,56 \cdot 10^{-3}$		$55,01 \cdot 10^{-3}$	
<p>a. Longitudinal (L). Indica que la prueba de tracción se ha realizado en la dirección longitudinal del material, es decir, a lo largo de su longitud.</p> <p>b. Transversal (T). Indica que la prueba de tracción se ha realizado en la dirección transversal del material, es decir, a lo ancho del material.</p>								

Se trata de un fieltro de fibras de poliéster punzonado mecánicamente mediante **agujeteado** (Figura 14), para su aplicación en edificación y obra civil. El producto está formado por filamentos de poliéster no tejidos, unidos mecánicamente, para ser usado como capa separadora con diferentes funciones. Es resistente al envejecimiento; no se ve afectado por la exposición al agua ni **microorganismos** y presenta una buena resistencia mecánica⁵⁷.



Fig. 14. Geofim. Chova.

⁵⁷ Chova. 2024a.

Aparte de servir de capa antiadherente, también presenta buenas prestaciones como filtro o antipunzonante. Para su aplicación se recomienda que se coloque con un solape sencillo de 10 a 15 cm⁵⁸.

Es resistente a la intemperie durante un periodo de 14 días después de la instalación; su durabilidad prevista es de un mínimo de 25 años y una temperatura inferior a 25 °C. Se debe evitar cualquier acción, una vez instalado el material, que pueda generar roturas o desplazamientos de este⁵⁹.

Otro producto de la misma gama de Chova que sirve como **fieltro sintético** (FS) es el fieltro de polipropileno, con las prestaciones que indican las tablas 9 y 10.

Tabla 9. Formato fieltro sintético Geofim de polipropileno.

GEOFIM PP	
300-35	
Gramaje (g/m ²)	300
Largo (m)	80
Ancho (m) ^a	1,83
Espesor (mm)	2,40
Color	Blanco
a. Los rollos también se suministrarán con ancho de 2,75 o de 5,50 m. Según demanda.	

Tabla 10. Características técnicas fieltro sintético Geofim de polipropileno.

GEOFIM PP		
300-35		
Resistencia a la tracción (kN/m)	L ^a	24,20
	T ^b	24,80
Alargamiento a la rotura (%)	L	58
	T	62

⁵⁸ Chova. 2024a.

⁵⁹ Ibid.

Punzonamiento estático (N)	3930
Perforación dinámica (mm)	11,28
Medida de apertura (μm)	58
Permeabilidad al agua (m/s)	$63 \cdot 10^{-3}$
<p>a. Longitudinal (L). Indica que la prueba de tracción se ha realizado en la dirección longitudinal del material, es decir, a lo largo de su longitud.</p> <p>b. Transversal (T). Indica que la prueba de tracción se ha realizado en la dirección transversal del material, es decir, a lo ancho del material.</p>	

Se trata de un fieltro no tejido por fibras de polipropileno, unidas mecánicamente por un proceso de agujeteado con posterior **termofijado** (Figura 15). Para su uso en edificación se aplica, sobre todo, en cubiertas, muros y cimentaciones, etc⁶⁰.



Fig. 15. Geofim PP. Chova.

Su durabilidad prevista es de hasta 100 años en y una temperatura menor de 25 °C. Para garantizar esta durabilidad, se debe recubrir en el día de instalación cuando su aplicación es de refuerzo y en 3 meses para otras aplicaciones⁶¹.

Para capas separadoras antiadherentes de **lámina de plástico** (LP) existe la gama "Danopol" de Danosa, con las prestaciones que se indican las tablas 11 y 12.

⁶⁰ Chova. 2024b.

⁶¹ Ibid.

Tabla 11. Formato lámina de plástico Danopol.

	DANOPOL HS		
	1.2	1.5	1.8
Gramaje (g/m ²)	1500	1900	2300
Largo (m)	20	15	13
Ancho (m)	1,80		
Espesor (mm)	1,20	1,50	1,80
Color	Gris		

Tabla 12. Características técnicas lámina de plástico Danopol.

	DANOPOL HS					
	1.2		1.5		1.8	
Resistencia a la tracción (kN/m)	L ^a	>200	L	>1100	L	>1100
	T ^b	>200	T	>1000	T	>1000
Alargamiento a la rotura (%)	L	>50	L	>100	L	>120
	T	>70	T	>110	T	>130
Punzonamiento estático (N)	> 490		> 540		> 590	
Resistencia al impacto (mm)	> 500		> 700		> 900	
Medida de apertura (mm)	-		-		-	
Permeabilidad al agua (m/s)	-		-		-	
<p>a. Longitudinal (L). Indica que la prueba de tracción se ha realizado en la dirección longitudinal del material, es decir, a lo largo de su longitud.</p> <p>b. Transversal (T). Indica que la prueba de tracción se ha realizado en la dirección transversal del material, es decir, a lo ancho del material.</p>						

Se trata de una lámina sintética a base de policloruro de vinilo (PVC) plastificado (Figura 16), fabricada mediante **calandrado** y reforzada con una armadura de malla de fibra de poliéster. Esta lámina es resistente a la intemperie y los rayos UV⁶².

⁶² Danosa. 2024a.



Fig. 16. Danopol HS. Danosa.

Entre las ventajas destaca que: tiene una buena capacidad para absorber movimientos estructurales; tiene una alta resistencia a la tracción y al punzonamiento; se puede soldar con aire caliente o con **tetrahidrofurano** (THF), sin necesidad de llamas; presenta una gran elasticidad y resistencia al desgarro; y se adapta a cualquier geometría⁶³.

Esta lámina debe ir fijada mecánicamente. Se fija mediante elementos metálicos, plásticos o por inducción. Para un uso adecuado, el soporte o capa inferior puede ser el soporte resistente de hormigón o mortero, los paneles de aislamiento o la impermeabilización. En todo caso, este soporte debe ser resistente, uniforme, limpia y seca. En el caso de colocarse sobre paneles de aislante térmico se colocan sin separaciones mayores a 1 mm⁶⁴.

Para colocar el rollo se pueden fijar perfiles **colaminados** en planos horizontales y verticales para garantizar una correcta fijación. La lámina debe remontar 20 cm sobre el pavimento. También en algunos puntos singulares de encuentros con paramentos verticales. Cuando se coloque la lámina, se debe solapar al menos 10 cm⁶⁵.

En cuanto a su manipulación, almacenaje y conservación, se debe mantener en un lugar seco y protegido, y en el momento de puesta en obra procurar no trabajar en condiciones climáticas adversas. La soldadura no debe realizarse debajo de -5 °C con aire caliente, ni por debajo de 5 °C con THF o adhesivos⁶⁶.

⁶³ Danosa. 2024a.

⁶⁴ Danosa. 2024c.

⁶⁵ Danosa. 2024a.

⁶⁶ Ibid.

3.2 Antipunzonante

3.2.1 Definiciones

Según UNE 104416 se trata de “la capa que tiene como función principal proteger de daños mecánicos⁶⁷”.

La capa antipunzonante sirve para proteger de daños mecánicos, sobre todo, a la membrana impermeabilizante y el aislamiento térmico, además de a otros elementos como, por ejemplo, la barrera cortavapor. Las membranas impermeabilizantes se colocan sobre un soporte base. Cuando este tiene irregularidades mayores que 1 mm, se debe intercalar una capa antipunzonante, para que las irregularidades no perforen la lámina. Aunque no tenga irregularidades, si presenta grietas, aristas vivas o su composición fuera dispuesta a agrietarse, también se ha de colocar una capa antipunzonante⁶⁸.

3.2.2 Materiales

Para cubiertas se elegirá entre las siguientes opciones⁶⁹:

- FS 15A: Filtro sintético que, al ensayarse junto con una película de polietileno de 0,1 mm, en el ensayo de punzonamiento estático, con el método A (descrito en el capítulo 18 de la norma UNE104416⁷⁰), resiste una carga > 15 kg sin que se perfora la película.
- FS 30A: Filtro sintético que, al ensayarse junto con la barrera contra el paso del vapor o la membrana impermeabilizante, en el ensayo de punzonamiento estático, con el método A (descrito en el capítulo 18 de la norma UNE104416⁷¹), resiste una carga > 30 kg sin que se perfora la barrera o la membrana.
- FS 50A: Filtro sintético que, al ensayarse junto con la barrera contra el paso del vapor o la membrana impermeabilizante, en el ensayo de punzonamiento estático, con el método A (descrito en el capítulo 18 de la norma UNE104416⁷²), resiste una carga > 50 kg sin que se perfora la barrera o la membrana.
- FS 400B: Filtro sintético que, al ensayarse junto con la barrera contra el paso de vapor o la membrana impermeabilizante, en el ensayo de punzonamiento estático, con el método B (descrito en el capítulo 18 de la norma UNE104416⁷³), resiste una carga > 400 kg sin que se perfora la barrera o la membrana.

⁶⁷ AENOR. 2009. 8.

⁶⁸ Ibid. 55.

⁶⁹ Ibid. 53.

⁷⁰ Ibid. 95

⁷¹ Ibid.

⁷² Ibid.

⁷³ Ibid.

- FS 500B: Filtro sintético que, al ensayarse junto con la barrera contra el paso de vapor o la membrana impermeabilizante, en el ensayo de punzonamiento estático, con el método B (descrito en el capítulo 18 de la norma UNE104416⁷⁴), resiste una carga > 500 kg sin que se perfora la barrera o la membrana.
- FS 600B: Filtro sintético que, al ensayarse junto con la barrera contra el paso de vapor o la membrana impermeabilizante, en el ensayo de punzonamiento estático, con el método B (descrito en el capítulo 18 de la norma UNE104416⁷⁵), resiste una carga > 600 kg sin que se perfora la barrera o la membrana.

3.2.3 Recomendaciones constructivas

Cuando la capa antipunzonante se coloca debajo de la membrana impermeabilizante se deben tener en cuenta las irregularidades del soporte base. Cuando la capa se coloca para proteger el aislamiento térmico, se sigue lo indicado en la Tabla 13. Representación gráfica en la Figura 17 y 18⁷⁶.

Tabla 13. Ubicación de la capa separadora antipunzonante en una cubierta plana invertida.

	TIPOLOGÍA DE CUBIERTA INVERTIDA	
	A	B
P	Protección pesada de grava no normalizada o piezas rígidas, tales como baldosas, losas, tejas, piedras, etc.	Protección pesada de hormigón o mortero de cemento, como única capa, o como mortero de agarre de pavimentos, placas, tejas, etc. También puede tratarse de aglomerados tales como los realizados con gravilla mezclada con productos asfálticos de cemento.
CS	Una capa con las funciones: FS 15A y FS 30A	Dos capas: FS 30A con LP 120 o FS 250^a
AT	Aislamiento térmico en cubiertas invertidas	
CS	Capa separadora	

⁷⁴ AENOR. 2009. 95.

⁷⁵ Ibid.

⁷⁶ Ibid. 55.

I	Membrana impermeabilizante		
CS	FS 400B	FS 500B	FS 600B
	Separaciones > 1 mm < 2 mm	Separaciones > 2 mm < 4 mm	Separaciones > 4 mm < 6 mm
SR	Soporte de elementos prefabricados de hormigón, chapa metálica, tablero de madera o sus derivados		
<p>a. Se intercala otro fieltro o una película de polietileno para evitar que la lechada de la protección extendida en fresco impregne y deje rígido al fieltro situado bajo ella.</p>			

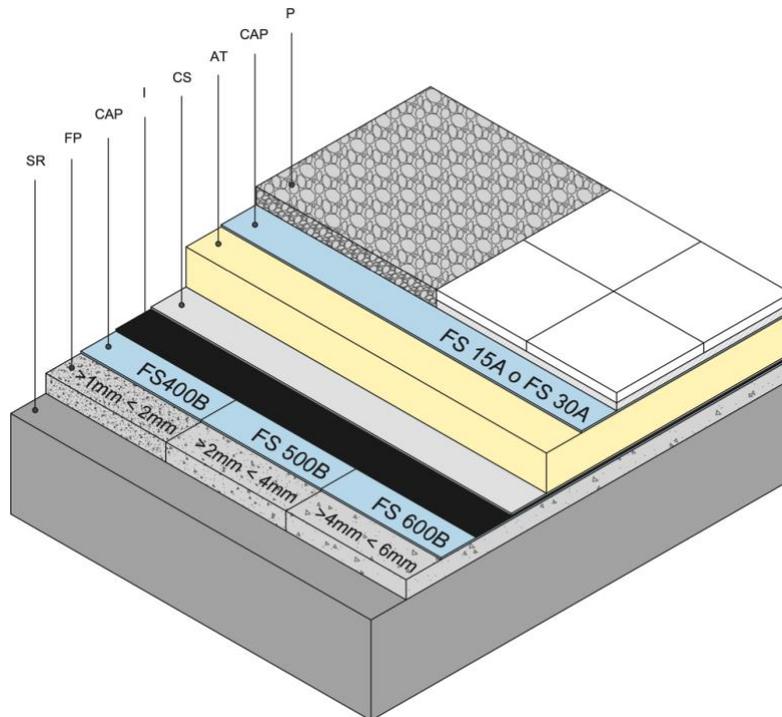


Fig. 17. Posición capa antipunzonante en cubierta invertida (A). Leyenda: SR Soporte resistente. FP Formación de pendiente. CAP Capa antipunzonante. I Impermeabilización. CS Capa separadora. AT Aislante térmico. P Protección (grava o pavimento cerámico).

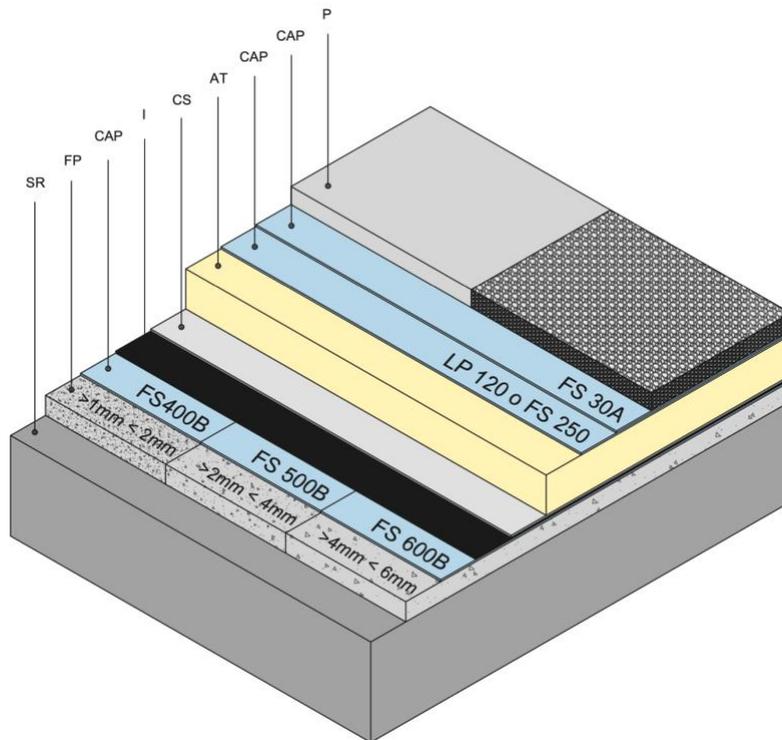


Fig. 18. Posición capa antipunzonante en cubierta invertida (B). Leyenda: SR Soporte resistente. FP Formación de pendiente. CAP Capa antipunzonante. I Impermeabilización. CS Capa separadora. AT Aislante térmico. P Protección (hormigón o gravilla).

Cuando se colocan capas antipunzonantes para proteger barreras cortavapor se tendrán en cuenta las irregularidades del soporte base. Cuando se coloca entre la barrera cortavapor formada con láminas sintéticas prefabricadas y el panel aislante de vidrio celular o de áridos abrasivos se colocará FS 400B. Cuando la capa antipunzonante se coloca encima de la membrana impermeabilizante, se tienen en cuenta las condiciones indicadas en la Tabla 14 y representadas gráficamente en la Figura 19, 20 y 21⁷⁷.

Tabla 14. Ubicación de la capa separadora antipunzonante en una cubierta plana convencional.

TIPOLOGÍA DE CUBIERTA CONVENCIONAL			
	A	B	C
P	Gravas no normalizadas o piezas rígidas, como baldosas, losas, tejas, etc.	Protección pesada de hormigón o mortero de cemento, como única capa, o como mortero de agarre de pavimentos, placas, tejas, etc.	Protección pesada de hormigón in situ, o aglomerados tales como los realizados con gravilla mezclada con productos asfálticos o de cemento.

⁷⁷ AENOR. 2009. 55.

CS	FS 50A^a, FS 400B	2 capas: FS 400B con LP 120 o FS 250^b	2 capas: FS 400B con LP 120 o FS 250^b
I	Membrana impermeabilizante		
CS	FS 400B	Capa separadora	
AT	Paneles rígidos: vidrio celular o formados con áridos abrasivos	Paneles aislantes de poliestireno en cubiertas convencionales	
CS	FS 400B	Capa separadora	
B	Barrera contra el paso de vapor formada con láminas sintéticas prefabricadas		
CS	FS 400B	FS 500B	FS 600B
	Separaciones > 1 mm < 2 mm	Separaciones > 2 mm < 4 mm	Separaciones > 4 mm < 6 mm
FP / SR	Formación de pendientes. Soporte base de mortero. Soporte resistente formado con elementos prefabricados de hormigón, chapa metálica conformada, tablero de madera o sus derivados, paneles aislantes rígidos: vidrio celular o formados con áridos abrasivos		
<p>a. El fieltro entre la grava y la membrana puede retener humedad y favorecer el desarrollo de microorganismos, por lo que, en este sistema, la lámina que forma la membrana debe ser resistente a los efectos nocivos del agua encharcada.</p> <p>b. Se intercala otro fieltro o una película de polietileno para evitar que la lechada de la protección extendida en fresco impregne y deje rígido al fieltro situado bajo ella.</p>			

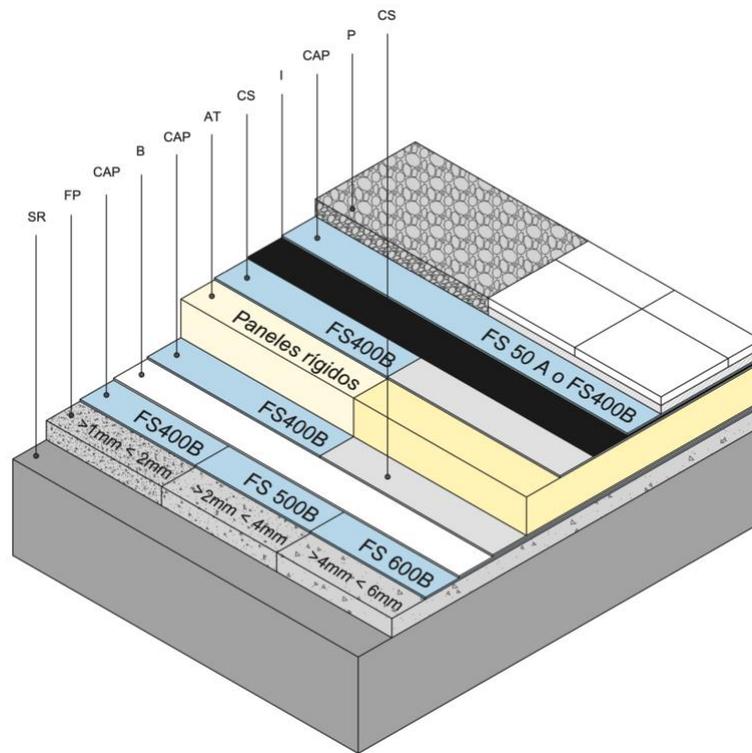


Fig. 19. Posición capa antipunzonante en cubierta convencional (A). Leyenda: SR Soporte resistente. FP Formación de pendiente. CAP Capa antipunzonante. B Barrera corta vapor. AT Aislante térmico. CS Capa separadora. I Impermeabilización. P Protección (grava o baldosas).

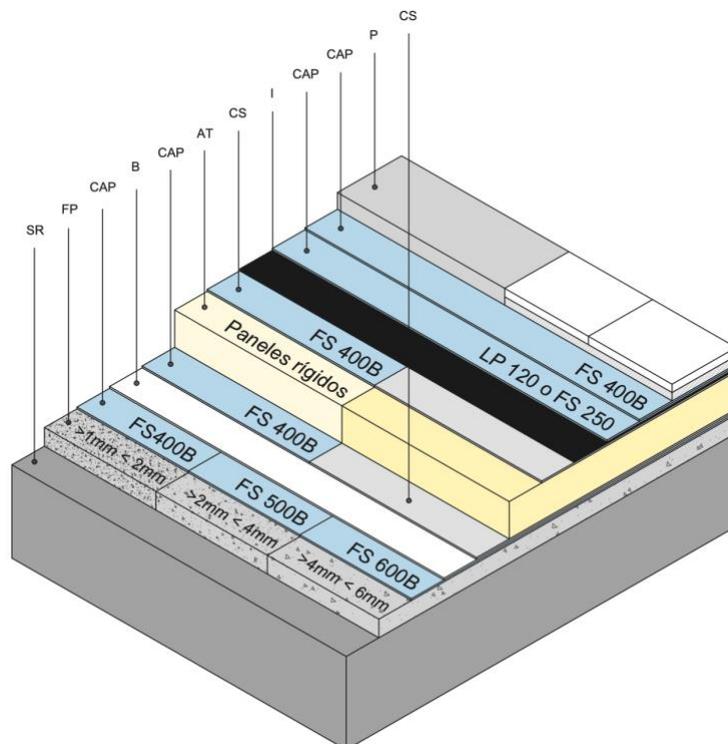


Fig. 20. Posición capa antipunzonante en cubierta convencional (B). Leyenda: SR Soporte resistente. FP Formación de pendiente. CAP Capa antipunzonante. B Barrera corta vapor. AT Aislante térmico. CS Capa separadora. I Impermeabilización. P Protección (hormigón o mortero de pavimento cerámico).

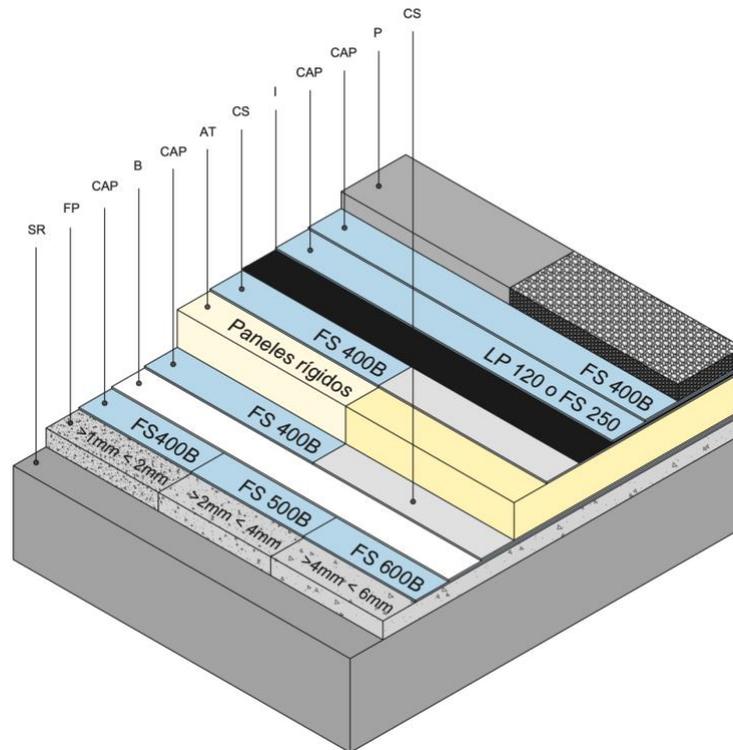


Fig. 21. Posición capa antipunzonante en cubierta convencional (C). Leyenda: SR Soporte resistente. FP Formación de pendiente. CAP Capa antipunzonante. B Barrera corta vapor. AT Aislante térmico. CS Capa separadora. I Impermeabilización. P Protección (hormigón in situ o gravilla).

Cuando el sistema de impermeabilización se fija mecánicamente sobre un soporte blando, no es necesario intercalar una capa antipunzonante desde el punto de vista de resistencia mecánica. Podría ser necesario intercalar otro tipo de capa separadora, por ejemplo, si existiera posibilidad de incompatibilidad química.

3.2.4 Productos comerciales

Sobre la base de las recomendaciones que se indican en la UNE 104416 se han buscado productos que existen actualmente en el mercado con las prestaciones adecuadas. Poniendo atención sobre todo en la resistencia al punzonamiento estático (CBR). Los productos que se han encontrado son, principalmente, de dos casas comerciales: Tex Delta del grupo ARMANDO ALVAREZ e ICOPAL de BMI Roofing Systems.

Para una capa separadora antipunzonante de **fieltro sintético 15A, 30A o 50A**, existen varias opciones de la gama "Geobasic" de Tex Delta, con las prestaciones que se indican las tablas 15 y 16.

Tabla 15. Formato fieltro sintético Geobasic.

	GEOBASIC		
	STC	SRS	SRC
Gramaje (g/m ²)	150	200	250
Largo (m)	100/125		
Ancho (m) ^a	2		
Espesor (mm)	1,20	1,70	1,90
Color	Gris		
a. Hay otras opciones de 4 o 5,5 m de ancho.			

Tabla 16. Características técnicas fieltro sintético Geobasic.

	GEOBASIC					
	STC		SRS		SRC	
Resistencia a la tracción (kN/m)	M ^a	5,34	M	6,57	M	7,71
	C ^b	4,89	C	7,32	C	6,73
Alargamiento a la rotura (%)	M	48	M	47	M	35
	C	80	C	59	C	70
Punzonamiento estático (N)	810 ^c		1020 ^c		1100 ^c	
Perforación dinámica (mm)	27		24		29	
Medida de apertura (µm)	62		57		50	
Permeabilidad al agua (m/s)	96,1 · 10 ⁻³		92,5 · 10 ⁻³		78,9 · 10 ⁻³	
<p>a. Resistencia a tracción en seco (Dry Conditions). Representa el valor de resistencia en un entorno estándar sin influencia de factores como la humedad o el agua.</p> <p>b. Resistencia a tracción en condiciones húmedas o "hidrólisis" (Wet Conditions). Representa el valor de resistencia en un ambiente húmedo, donde el producto estará en contacto con agua o ambientes de alta humedad.</p> <p>c. Apto para FS 15A, FS 30A y FS 50A.</p>						

Geobasic es un material formado por fibras sintéticas de poliéster unidas mecánicamente por un proceso de agujeteado (Figura 22), adecuado también para diferentes aplicaciones aparte de su uso en edificaciones⁷⁸.



Fig. 22. Geobasic. TexDelta.

Además de servir de antipunzonante, presenta las prestaciones adecuadas para servir de antiadherente y de filtro.

Es resistente a la intemperie durante un periodo corto de 24h después de la instalación; su durabilidad prevista es de un mínimo de 25 años a una temperatura menor de 25 °C; presenta una resistencia a la degradación química causada por la reacción con el agua (**hidrólisis**); y limita también, la colonización y el ataque de microorganismo como bacterias, hongos y algas (**microbiología**)⁷⁹.

Este tejido técnico es un producto seguro para el medio ambiente, no produce contaminación y es totalmente reciclable⁸⁰.

Para una capa separadora antipunzonante de **filtro sintético 400B, 500B o 600B**, existen una gama de productos de Icopal del grupo BMI, con las prestaciones que se indican las tablas 17 y 18.

⁷⁸ Tex Delta. 2024b.

⁷⁹ Ibid.

⁸⁰ Tex Delta. 2024a.

Tabla 17. Formato fieltro sintético de Icopal.

ICOPAL	
GEOMEV PP 500	
Gramaje (g/m ²)	500
Largo (m) ^a	60
Ancho (m)	2
Espesor (mm)	2,40
Color	Blanco
a. Disponibilidad de longitudes de 75, 100 y 125 m	

Tabla 18. Características técnicas fieltro sintético de Icopal.

ICOPAL	
GEOMEV 500 PP	
Resistencia a la tracción (kN/m)	34,4
Alargamiento a la rotura (%)	70
Punzonamiento estático (N)	6389 ^a
Perforación dinámica (mm)	6
Medida de apertura (µm)	83
Permeabilidad al agua (m/s)	16 · 10 ⁻³
a. Apto para FS 400B, FS 500B y FS 600B.	

Se trata de un material no tejido, punzonado y posteriormente termofijado (Figura 23). Debido a que es 100 % de polipropileno, se puede aplicar directamente en contacto con medios alcalinos sin riesgos⁸¹.

⁸¹ Icopal. 2024b.



Fig. 23. Geomev 500 PP. Icopal.

Este producto actúa, principalmente, como capa de desolidarización entre impermeabilización y protección pesada o como capa de separación en los sistemas de cubierta invertida. En este caso es interesante su alta resistencia a punzonamiento estático, siendo así totalmente adecuado para su uso como capa antipunzonante en cubiertas, en cualquiera de las posiciones mencionadas. Sirve para proteger tanto los paneles de aislante térmico, como las membranas impermeabilizantes y/o las barreras cortavapor⁸².

La puesta en obra es sencilla. Consiste, principalmente, en preparar la superficie para colocar la capa, suelta, libre de pliegues y arrugas y en contacto directo con la capa inferior, evitando cualquier espacio vacío entre ambas⁸³.

3.3 Incompatibilidad química

3.3.1 Definiciones

Esta capa se emplea cuando es necesario que se evite el contacto entre dos elementos que no son compatibles químicamente. Es fundamental conservar las propiedades de las láminas y con las capas separadoras se trata de impedir que dos capas incompatibles puedan tener un efecto perjudicial sobre sí mismas. Es recomendable usarla siempre que se dude de la compatibilidad entre dos capas, especialmente si se trata de la membrana impermeabilizante⁸⁴.

Cuando esta lámina alcanza una determinada temperatura y, a su vez, está en contacto con elementos incompatibles con ella, se puede producir una pérdida de los plastificantes de la membrana. Algunos materiales incompatibles con los sistemas de impermeabilización son, dependiendo del producto impermeabilizante empleado: espumas de poliestireno o polietileno, productos bituminosos, sedimentos de tierra, polvo o grava sucia⁸⁵.

⁸² Icopal. 2024b.

⁸³ Ibid.

⁸⁴ AENOR. 2009. 57.

⁸⁵ Ibid.

3.3.2 Materiales

Esta capa puede ser de tres tipos de materiales⁸⁶:

- FFV 120: Filtro de fibra de vidrio compacto de masa mayor o igual a un gramaje de 120g/m².
- FS 250: Filtro sintético compacto con una masa mayor o igual a un gramaje de 250g/m².
- LP 120: Lámina de plástico con masa mayor o igual a un gramaje de 120g/m².

3.4.3 Recomendaciones constructivas

Es deseable instalar una capa separadora por incompatibilidad química en los casos especificados en la Tabla 19, con representación gráfica en la Figura 24 y 25.

Tabla 19. Capas separadoras de incompatibilidad química según los materiales constructivos.

Elementos entre los que se debe colocar una capa separadora para evitar el contacto	BV no resistente al betún	Membrana impermeable no adherida o fijada mecánicamente no resistente al betún	Membrana impermeable resistente al betún
Materiales basados en betunes asfálticos o alquitrán	FS 250 o FFV 120	FS 250 o FFV 120	
Sedimentos de tierra, polvo, grava sucia, etc.		FS 250 o FFV 120 ^a	FS 250 o FFV 120 ^a
Paneles aislantes de poliestireno en cubierta tradicional		FS 250 o FFV 120	FS 250 o FFV 120
Paneles aislantes de poliestireno en cubierta invertida		FS 250 o FFV 120 ^a	FS 250 o FFV 120 ^a
a. Según propiedades de la lámina y la temperatura que puede alcanzar (véase Tabla 18).			

⁸⁶ AENOR. 2009. 57.

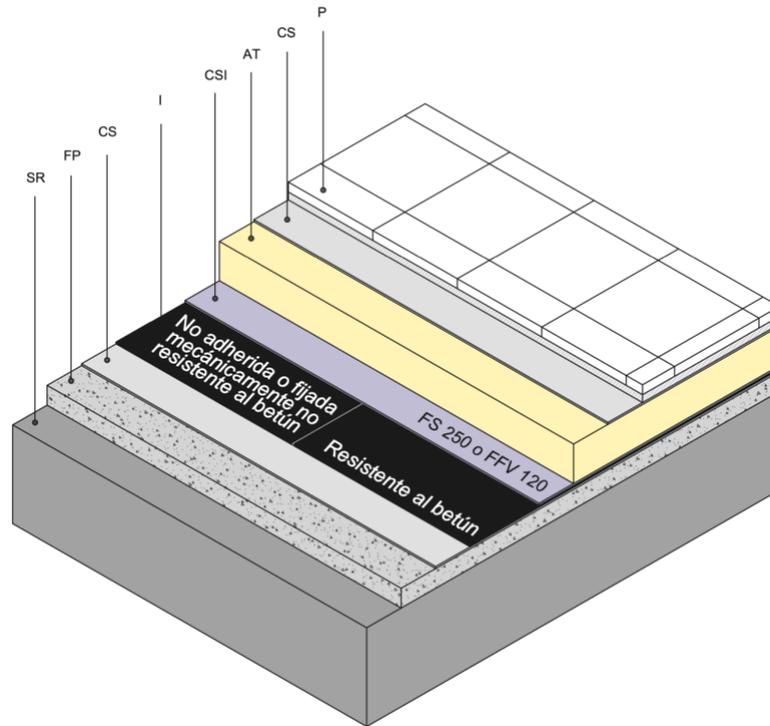


Fig. 24. Posición capa separadora por incompatibilidad química en cubierta invertida. Leyenda: SR Soporte resistente. FP Formación de pendiente. CS Capa separadora. I Impermeabilización. CSI Capa separadora por incompatibilidad química. AT Aislante térmico. P Protección (pavimento cerámico).

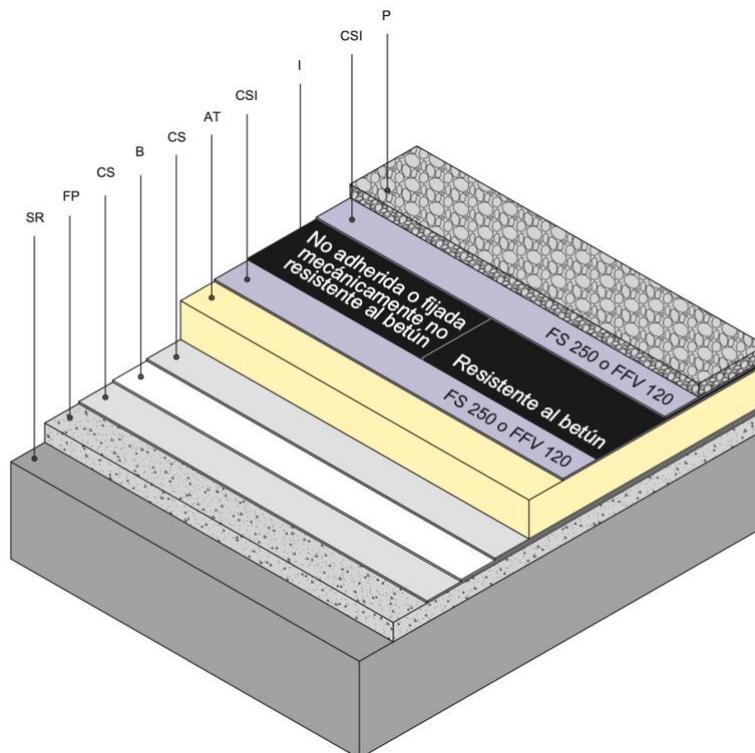


Fig. 25. Posición capa separadora por incompatibilidad química en cubierta convencional. Leyenda: SR Soporte resistente. FP Formación de pendiente. CS Capa separadora. B Barrera corta vapor. AT Aislante térmico. CSI Capa separadora por incompatibilidad química. I Impermeabilización. P Protección (grava).

Se puede optar por no colocar la capa separadora cuando la membrana impermeabilizante está en contacto con materiales incompatibles, pero para ello se deben cumplir algunas condiciones, dependiendo de las propiedades de la lámina y la temperatura que pueda alcanzar (Tabla 20)⁸⁷.

Tabla 20. Relación entre los resultados del ensayo y temperatura a la que la lámina es propensa a perder plastificantes.

Si el resultado del ensayo conforme a la norma UNE-EN ISO 177 la variación de la masa a 30 días es:	>10 %	9 a 10 %	8 a 9 %	<8 %
Hay que considerar que la lámina es propensa a perder plastificantes a una temperatura de:	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C

Cuando según esta tabla y el cálculo de la temperatura de la lámina en la hipótesis reseñada, la lámina alcance la temperatura a la que es propensa a perder plastificantes, debe instalarse una capa separadora de incompatibilidad química⁸⁸.

3.3.4 Productos comerciales

Sobre la base de las recomendaciones que se indican en la UNE 104416 se han buscado productos que existen actualmente en el mercado con las prestaciones adecuadas. Poniendo atención, sobre todo, al gramaje del material, los productos que se han encontrado son, principalmente, de dos casas comerciales: BMI Roofing Systems, Danosa y Soprema Iberia S.L.U.

Para capas separadoras de incompatibilidad de **fieltro de fibra de vidrio** (FFV) existe la gama "Monarplan" de Icopal, del grupo BMI. Las prestaciones de este producto se indican en las tablas 21 y 22.

Tabla 21. Formato fieltro fieltro de vidrio de Icopal.

ICOPAL	
MONARPLAN GLASS FIBRE	
Gramaje (g/m ²)	120
Largo (m) ^a	15

⁸⁷ AENOR. 2009. 58.

⁸⁸ Ibid.

Ancho (m)	2,12
Espesor (mm)	1,5
Color	Blanco

Tabla 22. Características técnicas fieltro fieltro de vidrio de Icopal.

ICOPAL		
MONARPLAN GLASS FIBRE		
Resistencia a la tracción (N/50mm)	M ^a	530
	C ^b	370
<p>a. Resistencia a tracción en seco (Dry Conditions). Representa el valor de resistencia en un entorno estándar sin influencia de factores como la humedad o el agua.</p> <p>b. Resistencia a tracción en condiciones húmedas o "hidrólisis" (Wet Conditions). Representa el valor de resistencia en un ambiente húmedo, donde el producto estará en contacto con agua o ambientes de alta humedad.</p>		

Se trata de una capa separadora de fibra de vidrio (Figura 26) que se utiliza como capa desolidarizante por incompatibilidad química, o también para protección frente a fuego. Se coloca sobre el aislamiento y/o el sistema de impermeabilización.⁸⁹



Fig. 26. Monarplan Glass Fibre. Icopal.

Se debe almacenar protegido de daños mecánicos, de la luz directa del sol, de la lluvia y de la nieve. Para mantener su durabilidad se debe almacenar a una temperatura entre 0 y 30 °C⁹⁰.

Para capas separadoras de incompatibilidad química de **fieltro sintético** (FS) existen diferentes opciones de la gama "Danofelt PY" de Danosa, con las prestaciones que se indican las tablas 23 y 24.

⁸⁹ Icopal. 2024c.

⁹⁰ Ibid.

Tabla 23. Formato fieltro sintético Danofelt de poliéster.

DANOFELT PY			
	300		500
Gramaje (g/m ²)	300		500
Largo (m)	100 ^a		70
Ancho (m)	2,2	4,4	2,2
Espesor (mm)	2,60		3,80
Color	Gris		
a. Hay opción de tamaño reducido de 52 m de longitud y 1,45 m de ancho.			

Tabla 24. Características técnicas fieltro sintético Danofelt de poliéster.

DANOFELT PY				
	300		500	
Resistencia a la tracción (kN/m)	L ^a	4,40	L	11
	T ^b	4,40	T	11
Alargamiento a la rotura (%)	L	120	L	120
	T	120	T	120
Punzonamiento estático (N)	1100		1800	
Perforación dinámica (mm)	8		0	
Medida de apertura (µm)	90		60	
Permeabilidad al agua (m/s)	31,54 · 10 ⁻³		23,71 · 10 ⁻³	
<p>a. Longitudinal (L). Indica que la prueba de tracción se ha realizado en la dirección longitudinal del material, es decir, a lo largo de su longitud.</p> <p>b. Transversal (T). Indica que la prueba de tracción se ha realizado en la dirección transversal del material, es decir, a lo ancho del material.</p>				

Se trata de un fieltro no tejido, fabricado en base a fibras cortas de poliéster, unidas mecánicamente con el método de agujeteado sin aplicación de químicos, presiones o calor (Figura 27). A parte de capa separadora, sirve de capa drenante, facilitando la evacuación de

agua; como capa filtrante, evitando el paso de finos y la **colmatación** del sistema, o como capa protectora de láminas, frente a daños mecánicos y punzonamiento⁹¹.



Fig. 27. Danofelt PY. Danosa.

Aporta una excelente protección contra daños mecánicos; extiende la vida útil de los elementos que cubre en obra; ofrece alta resistencia a la tracción; es muy resistente al punzonamiento; tiene una gran durabilidad; mantiene inalteradas las propiedades mecánicas e hidráulicas de los materiales que separa; se adapta fácilmente a cualquier forma y es resistente a sustancias químicas del suelo y a condiciones climáticas adversas.⁹²

Para la puesta en obra se debe preparar la superficie, que ha de ser resistente, uniforme, compacta y seca. Los puntos singulares como chaflanes, refuerzos y juntas requieren especial atención. Se coloca el producto, superponiéndolo con un solape mínimo de 20 cm y se asegura mediante cosido o grapado. Se debe evitar que los materiales dañen el producto durante su vertido. En Danosa se recomienda: proteger el producto del sol para evitar daños por rayos UV, como máximo una semana de exposición; no circular sobre el material con maquinaria o vehículos de obra; proteger de la lluvia durante el almacenamiento y una vez instalado; y asegurar una correcta ejecución en puntos singulares como desagües y juntas de dilatación⁹³.

⁹¹ Danosa. 2024g.

⁹² Ibid.

⁹³ Ibid.

Tiene una durabilidad de mínimo 25 años en condiciones adecuadas a temperaturas menores de 25 °C. Es importante no exponerlo al contacto directo con hormigón fresco y almacenarlo en un lugar seco y protegido de la lluvia, el sol y temperaturas extremas⁹⁴.

Otro producto que sirve como **fieltro sintético** (FS) es el fieltro de polipropileno de alto gramaje de la gama “Geoland HT” de Soprema, con las prestaciones que se indican en las tablas 25 y 26.

Tabla 25. Formato fieltro sintético Geoland HT de polipropileno.

GEOLAND HT					
	300	400	500	700	800
Gramaje (g/m ²)	300	400	500	700	800
Largo (m)	65	55	50	50	50
Ancho (m)	2,2 / 3,3 / 6,6				
Espesor (mm)	2,30	3,20	3,75	5	5,50
Color	Blanco				

Tabla 26. Características técnicas fieltro sintético Geoland HT de polipropileno.

GEOLAND HT										
	300		400		500		700		800	
Resistencia a la tracción (kN/m)	L ^a	22	L	28	L	35	L	45	L	54
	T ^b	25	T	32	T	45	T	65	T	75
Alargamiento a la rotura (%)	L	70	L	70	L	75	L	80	L	80
	T	70	T	75	T	75	T	80	T	80
Punzonamiento estático (N)	4300		5300		7000		7500		8000	
Perforación dinámica (mm)	10		6		0		0		0	
Medida de apertura (µm)	75		65		61		50		45	

⁹⁴ Danosa. 2024g.

Permeabilidad al agua (m/s)	$61,45 \cdot 10^{-3}$	$61,45 \cdot 10^{-3}$	$61,12 \cdot 10^{-3}$	$58 \cdot 10^{-3}$	$52 \cdot 10^{-3}$
<p>a. Longitudinal (L). Indica que la prueba de tracción se ha realizado en la dirección longitudinal del material, es decir, a lo largo de su longitud.</p> <p>b. Transversal (T). Indica que la prueba de tracción se ha realizado en la dirección transversal del material, es decir, a lo ancho del material.</p>					

Se trata de un fieltro no tejido punzonado de polipropileno de alta tenacidad (Figura 28). Aparte de servir de separación impidiendo el contacto directo entre materiales no compatibles, también hace función de antipunzonante y de filtrante⁹⁵.



Fig. 28. Geoland HT. Soprema.

Se instala sin tensor, asegurándose de que esté libre de pliegues y arrugas, en contacto directo con el suelo para evitar espacios vacíos entre la capa inferior y este producto. Se despliega manteniendo la continuidad entre las láminas mediante un solape simple por cosido o termofusión. Debido a que es 100 % de polipropileno, se puede aplicar directamente en contacto con medios alcalinos sin riesgos (hidrólisis)⁹⁶.

Para capas separadoras de incompatibilidad química de **lámina de plástico** (LP) existe la gama “Cosmofin GG plus” de Icopal del grupo BMI, con las prestaciones que se indican las tablas 27 y 28.

⁹⁵ Soprema. 2024.

⁹⁶ Ibid.

Tabla 27. Formato lámina de plástico Cosmofin GG plus.

	COSMOFIN GG plus			
	1,52	1,90	2,30	2,50
Gramaje (g/m ²)	1520	1900	2300	2500
Largo (m)	15 / 20			
Ancho (m)	1,65 / 2,12			
Espesor (mm)	1,20	1,50	1,80	2
Color	Gris / Gris claro			

Tabla 28. Características técnicas lámina de plástico Cosmofin GG plus.

	COSMOFIN GG plus			
	1,52	1,90	2,30	2,50
Resistencia a la tracción (N/mm)	1000 / 1100 N / 50 mm			
Elongación (%)	≥ 2			
Punzonamiento estático (N)	≥ 196			
Resistencia al impacto (mm)	600 - 1000 mm	600 - 1000 mm	800 - 1250 mm	800 - 1250 mm
Medida de apertura (µm)	-	-	-	-
Permeabilidad al agua (m/s) ^c	-	-	-	-

Cosmofin GG plus es una lámina sintética de PVC-P reforzada con armadura de malla y fibra de vidrio (Figura 29). Se utiliza en cubiertas con pendiente $\geq 1\%$, incluidas áreas de mantenimiento; en sistemas **monocapa** bajo protección pesada; aparte de colocarlo en soportes de hormigón, también se utiliza con soporte de chapa de acero, madera o tableros; sobre paneles de aislamiento; en edificios con **higrometría** baja, media o alta; y en todo caso en obra nueva o rehabilitaciones⁹⁷.

⁹⁷ Icopal. 2024a.

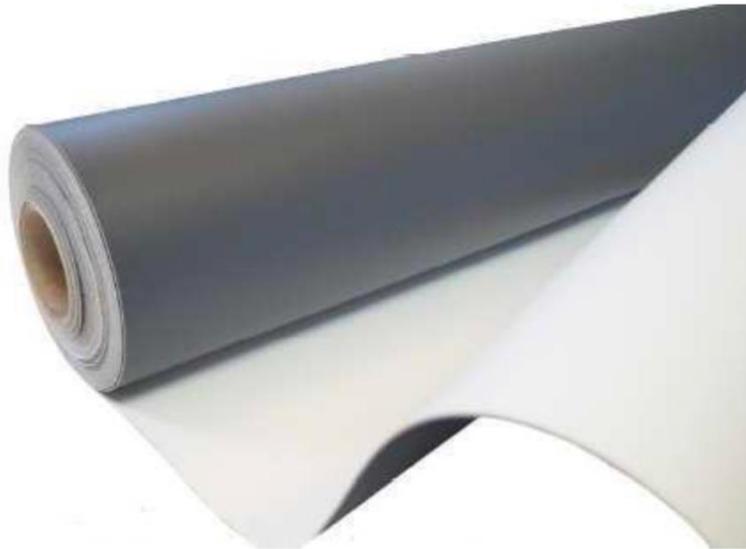


Fig. 29. Cosmofin GG plus. Icopal.

Para garantizar la durabilidad del producto debe de protegerse frente a daños mecánicos y de exposición directa a rayos UV, lluvia y nieve. Se recomienda almacenar a una temperatura entre 0 y 30 °C⁹⁸.

Entre sus ventajas destaca que: es una solución ligera; debido a su flexibilidad, se adapta a varias tipologías de cubiertas; permite la soldadura de los solapes con aire caliente; los rollos de gran anchura permiten una instalación rápida; presenta una buena resistencia al envejecimiento y a todas las influencias ambientales habituales; posee una gran resistencia a la tracción y **elongación**, y una excelente flexibilidad a baja temperatura; tiene una alta estabilidad dimensional; tiene una alta transmisión de vapor; permite una colocación y soldadura fácil; y es reciclable⁹⁹.

Para cubiertas bajo protección pesada (pavimentos, gravas, etc.) la lámina deberá soldarse en los solapes con aire caliente y debe quedar protegida entre dos capas de materiales no tejidos preferiblemente de poliéster. Las láminas no pueden estar en contacto directo con elementos como: betún; aceite; petróleo o alquitrán; paneles aislantes de EPS o paneles aislantes de XPS¹⁰⁰.

⁹⁸ Icopal. 2024a.

⁹⁹ Ibid.

¹⁰⁰ Ibid.

3.4 Filtrante

3.4.1 Definiciones

Según la UNE 104416 se trata de “una capa que tiene como función principal evitar el paso de áridos finos, polvo e impurezas a las capas situadas debajo, dejando pasar el agua”¹⁰¹.

Según la UNE 104401 se trata de “una capa continua realizada a base de material prefabricado destinada a retener los áridos finos y permitir el paso del agua”¹⁰².

Esta capa sirve para evitar que los áridos finos y otros sedimentos suspendidos en el aire que se depositan en la cubierta y quedan retenidos entre la grava o las piezas rígidas sueltas, al entrar en contacto con la membrana impermeabilizante, actúen como absorbentes de plastificantes u otros componentes volátiles importantes de las láminas¹⁰³.

También se utilizan en cubiertas invertidas para impedir que los áridos finos y otros sedimentos depositados por el viento sobre la cubierta puedan introducirse entre las placas de aislamiento térmico, provocando dos posibles riesgos¹⁰⁴:

- Que, al quedar atrapados entre dos paneles, ocupen el espacio dejado por la contracción a bajas temperaturas, dificultando la libre dilatación de las placas a temperaturas altas.
- Que, al pasar bajo los paneles y entrar en contacto con la membrana impermeabilizante, actúen como absorbentes de plastificantes u otros componentes volátiles importantes de las láminas, e incluso provoquen el corte de membranas delgadas debido al movimiento del árido arrastrado por los ciclos de dilatación y contracción de los paneles aislantes.

Otra de sus funciones es evitar que la lechada de cemento o parte de los áridos finos de capas de hormigón o mortero extendidas in situ penetren entre las placas aislantes en cubiertas invertidas¹⁰⁵.

También tiene por objetivo evitar que los áridos finos y otros sedimentos de la tierra vegetal, en el caso de cubiertas ajardinadas, se introduzcan entre la capa drenante de áridos sueltos, obstruyéndola y reduciendo su capacidad filtrante¹⁰⁶.

¹⁰¹ AENOR. 2009. 8.

¹⁰² AENOR. 2013. 9.

¹⁰³ AENOR 2009. 58.

¹⁰⁴ Ibid.

¹⁰⁵ Ibid.

¹⁰⁶ Ibid.

3.4.2 Materiales

El presente trabajo se centra en los usos de capas separadoras en cubiertas convencionales e invertidas, por lo que, en el caso de las capas filtrantes se mencionarán las necesarias en estas tipologías de cubierta.

Los materiales que se utilizan para este tipo de capas son:

- FS 15: Filtro sintético cuya permeabilidad perpendicular al plano es mayor que 15 mm/s¹⁰⁷.
- FS 20A: Filtro sintético que, al ensayarse con la barrera contra el paso del vapor o la membrana impermeabilizante, en el ensayo de punzonamiento estático, con el método A (descrito en el capítulo 18 de la norma UNE 104416¹⁰⁸), resiste una carga > 20 kg sin que se perfora la barrera o la membrana.

3.4.3 Recomendaciones constructivas

Cuando se utiliza la capa separadora filtrante encima de las membranas impermeabilizantes, en el caso de cubiertas convencionales, se tienen en cuenta las consideraciones de la Tabla 29, representadas en la Figura 30¹⁰⁹.

Tabla 29. Capas separadoras filtrantes encima de la membrana impermeabilizante

TIPOLOGÍA DE CUBIERTA CONVENCIONAL	
P	Protección pesada de grava Protección pesada de piezas rígidas, tales como baldosas, losas, teja, placas o adoquines sueltos
CS	FS 15
I	Membrana impermeabilizante

¹⁰⁷ AENOR. 2009. 53.

¹⁰⁸ Ibid. 95.

¹⁰⁹ Ibid. 58.

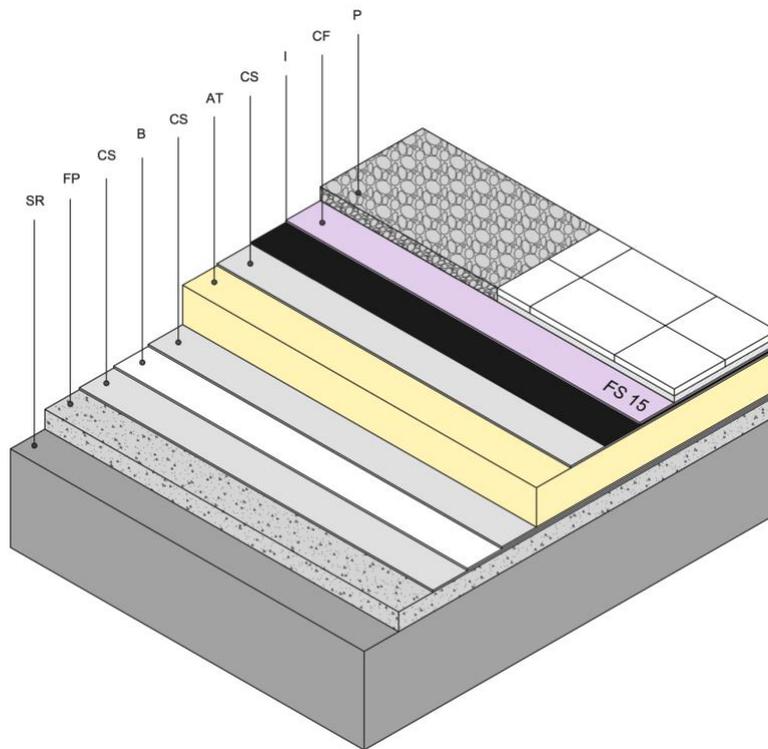


Fig. 30. Posición capa filtrante en cubierta convencional. Leyenda: SR Soporte resistente. FP Formación de pendiente. CS Capa separadora. B Barrera corta vapor. AT Aislante térmico. I Impermeabilización. CF Capa filtrante. P Protección (grava o pavimento cerámico).

Cuando se precisa la capa separadora filtrante encima del aislamiento térmico, en el caso de cubiertas invertidas, se tienen en cuenta las consideraciones de la Tabla 30, representadas en la Figura 31 y 32¹¹⁰.

Tabla 30. Capas separadoras filtrantes encima del aislamiento térmico

		TIPOLOGÍA DE CUBIERTA INVERTIDA		
		A	B	C
P		Protección pesada de grava	Protección pesada de piezas rígidas, tales como baldosas, losas, teja, placas o adoquines sueltos	Protección pesada de hormigón o mortero de cemento, como única capa o como mortero de agarre de pavimentos, placas tejas, pizarras, etc.
CS		FS 15		2 capas: FS 20A con LP 120 o FS 250^a

¹¹⁰ AENOR. 2009. 58

AT

Aislamiento térmico

- a. Se intercala otro fieltro o una película de polietileno para evitar que la lechada de la protección extendida en fresco impregne y deje rígido al fieltro situado bajo ella.

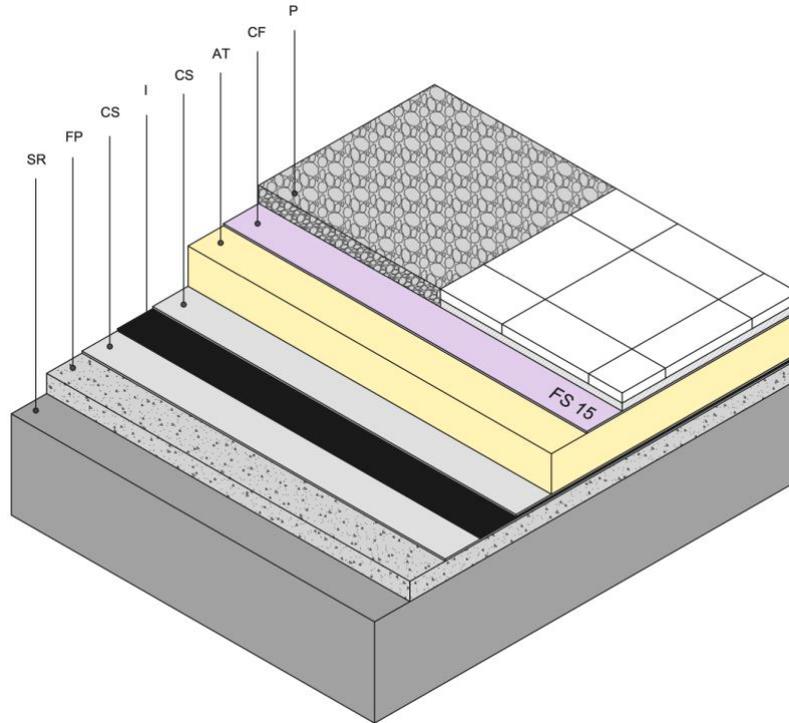


Fig. 31. Posición capa filtrante en cubierta invertida (A y B). Leyenda: SR Soporte resistente. FP Formación de pendiente. CS Capa separadora. I Impermeabilización. AT Aislante térmico. CF Capa filtrante. P Protección (grava o pavimento cerámico).

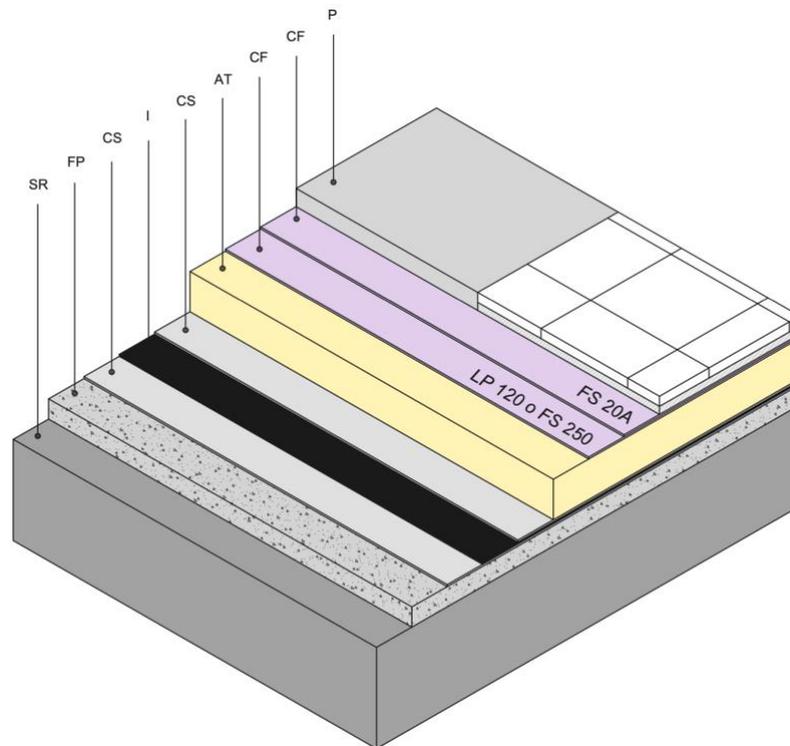


Fig. 32. Posición capa filtrante en cubierta invertida (C). Leyenda: SR Soporte resistente. FP Formación de pendiente. CS Capa separadora. I Impermeabilización. AT Aislante térmico. CF Capa filtrante. P Protección (hormigón o pavimento cerámico).

3.4.4 Productos comerciales

Sobre la base de las recomendaciones que se indican en la UNE 104416 se han buscado productos que existen actualmente en el mercado con las prestaciones adecuadas. Poniendo atención, en este caso, a la permeabilidad al agua del producto, las opciones que se han encontrado son, principalmente, de la gama Danofelt de Danosa.

Se trata de un producto de polipropileno que, por su permeabilidad al agua, presenta las características adecuadas para hacer la función de capa filtrante (tablas 31 y 32).

Tabla 31. Formato fieltro sintético Danofelt de polipropileno.

	DANOFELT PP			
	90	125	200	300
Gramaje (g/m ²)	90	125	200	300
Largo (m)	100			
Ancho (m)	2,25			
Espesor (mm)	1,05	1,26	1,74	2,50
Color	Gris			

Tabla 32. Características técnicas fieltro sintético Danofelt de polipropileno.

	DANOFELT PP							
	90		125		200		300	
Resistencia a la tracción (kN/m)	L ^a	6,5	L	9,4	L	16	L	25
	T ^b	7,0	T	10	T	16	T	25
Alargamiento a la rotura (%)	L	55	L	51	L	54	L	55
	T	65	T	57	T	60	T	62
Punzonamiento estático (N)	1170		1560		2340		3930	
Perforación dinámica (mm)	34		28		18,12		10	
Medida de apertura (µm)	71		61		55		58	
Permeabilidad al agua (m/s) ^c	117 · 10 ⁻³		100 · 10 ⁻³		79 · 10 ⁻³		63 · 10 ⁻³	
<p>a. Longitudinal (L). Indica que la prueba de tracción se ha realizado en la dirección longitudinal del material, es decir, a lo largo de su longitud.</p> <p>b. Transversal (T). Indica que la prueba de tracción se ha realizado en la dirección transversal del material, es decir, a lo ancho del material.</p> <p>c. Para poder utilizar la capa como filtrante este valor debe ser, como mínimo, de 15 · 10⁻³ m/s.</p>								

Se trata de un producto no tejido formado por fibras vírgenes de polipropileno unidas mecánicamente por un proceso de agujeteado con termofijado (Figura 33). Además de emplearse como capa filtrante también se puede utilizar como capa separadora en el caso de incompatibilidad química evitando el contacto entre capas diferentes, manteniendo sus prestaciones iniciales, y de antipunzonante proporcionando una resistencia mecánica suficiente para evitar perforaciones y desgaste de las láminas impermeabilizantes o las capas que cubra. El material es aplicable en cubiertas planas y soleras con presión **hidrostática**¹¹¹.

¹¹¹ Danosa. 2024d.



Fig. 33. Danofelt PP. Danosa.

Entre sus ventajas destaca: una alta resistencia al punzonamiento; previene adherencias entre materiales distintos; tiene una durabilidad muy alta; mantiene propiedades mecánicas e hidráulicas; se adapta a cualquier geometría y es fácil de cortar en obra; y presenta una buena permeabilidad al agua¹¹².

Para poder colocar el fieltro, la superficie ha de ser resistente, uniforme, compacta y seca. Los puntos singulares como chaflanes, refuerzos y juntas requieren especial atención. Se extiende el rollo de polipropileno, superponiendo el siguiente con un solape mínimo de 20 cm y asegurándolo mediante cosido o grapado. Se ha de procurar evitar cualquier tipo de daño durante el vertido. En Danosa se recomienda: proteger el producto del sol, aunque sea resistente a rayos UV, para evitar daños de exposición; no circular sobre el fieltro con maquinaria o vehículos de obra; proteger de la lluvia durante el almacenamiento y una vez instalado; y es apto para estar en contacto con hormigón fresco y asegurar una correcta ejecución en puntos singulares como desagües y juntas de dilatación¹¹³.

Su durabilidad prevista es de un mínimo de 25 años a una temperatura inferior a 25 °C; presenta una resistencia a la degradación química causada por la reacción con el agua (hidrólisis); y limita la colonización y el ataque de microorganismo como bacterias, hongos y algas (microbiología)¹¹⁴.

¹¹² Danosa. 2024e.

¹¹³ Danosa. 2024d.

¹¹⁴ Ibid.

3.5 Tabla resumen

Con la intención de organizar la información y organizar con mayor facilidad la información del siguiente apartado, se presenta una tabla resumen (Tabla 33) que es una recopilación de todos los datos y toda la información de los productos comerciales que se han presentado en los apartados anteriores. Esta tabla representa cada tipo de capa y la función que cumple; el código que tendrá en su ficha correspondiente del apartado 4; una foto del producto comercial; el material con el que está hecha; el nombre del producto comercial; el gramaje que existe; el formato que tiene; y el espesor.

Tabla 33. Tabla resumen productos comerciales.

TIPO	CÓDIGO CAP. 4	FOTO	MATERIAL	PRODUCTO	GRAMAJE (g/m ²)	FORMATO (m)	ESPESOR (mm)
Antiadherente	CS-AD-FFV		Fieltro de fibra de vidrio	REGAR-MAT de Regarsa	150 225 300 450	8 x 1 20 x 1 50 x 1 8 x 1,25 20 x 1,25 50 x 1,25	-
	CS-AD-FS I		Fieltro sintético	GEOFIM de Chova del grupo BMI	250 300 400 500	75 x 5,3 75 x 2,2 60 x 2,2 60 x 2,2	2,03 2,42 2,43 2,72
	CS-AD-FS II			GEOFIM PP de Chova del grupo BMI	300	80 x 1,83	2,40
	CS-AD-LP		Lámina de plástico	DANOPOL HS de Danosa	1500 1900 2300	13 x 1,8 15 x 1,8 20 x 1,8	1,20 1,50 1,80

TIPO	CÓDIGO CAP. 4	FOTO	MATERIAL	PRODUCTO	GRAMAJE (g/m ²)	FORMATO (m)	ESPESOR (mm)
Antipunzonante	CS-AP-FS(A)		Fieltro sintético punzonamiento o estático A	GEOBASIC STC, SRS, SRC de TexDelta	150 200 250	100 x 2 100 x 4 100 x 5,5 125 x 2 125 x 5,5	1,20 1,70 1,90
	CS-AP-FS(B)		Fieltro sintético punzonamiento o estático B	GEOMEV 500 PP de Icopal del grupo BMI	500	60 x 2 75 x 2 100 x 2 125 x 2	2,40
Incompatibilidad química	CS-SI-FFV		Fieltro de fibra de vidrio	Monarplan GLASS FIBRE de Icopal del grupo BMI	120	15 x 2,12	1,50
	CS-SI-FS		Fieltro sintético	DANOFELT PY de Danosa	300 500	52 x 1,45 70 x 2,20 100 x 2,20 100 x 4,40	2,60 3,80
	CS-SI-FS II			GEOLAND HT de Soprema	300 400 500 700 800	50 x 2,2 50 x 3,3 50 x 6,6 60 x 2,2 65 x 2,2 65 x 3,3 65 x 6,6	2,30 3,20 3,75 5 5,50
	CS-SI-LP		Lámina de plástico	COSMOFIN GG plus de Icopal	1520 1900 2300 2500	15 x 1,65 20 x 2,12	1,20 1,50 1,80 2

TIPO	CÓDIGO CAP. 4	FOTO	MATERIAL	PRODUCTO	GRAMAJE (g/m ²)	FORMATO (m)	ESPESOR (mm)
Filtrante	CS-F-FS		Fieltro sintético	DANOFELT PP de Danosa	90 125 200 300	100 x 2,25	1,05 1,26 1,74 2,50

4. FICHAS RESUMEN CAPAS SEPARADORAS

Para organizar y resumir la información obtenida para cada una de las capas separadoras, según función y material, se ha compilado la información más relevante en 11 fichas. Así, se ha desarrollado una herramienta para los profesionales de la construcción, facilitando la comparación y selección de productos adecuados para sus proyectos. De esta manera, facilitando este catálogo de productos, que cumplen con los requisitos constructivos, se fomenta el uso de capas separadoras en cubiertas. Promoviendo a la vez, una construcción más duradera y sostenible.

En cada una de estas fichas aparece la función que desempeña la capa dentro de la cubierta; el nombre de la gama comercial y de la empresa que la produce; el código que se le ha dado para organizarlo dentro del trabajo; una foto del producto comercial; una breve descripción del producto; las recomendaciones constructivas; un detalle constructivo de la capa en una cubierta invertida; un detalle constructivo de la capa en una cubierta convencional; y una tabla con los formatos y los datos técnicos obtenidos de las empresas.

Para una mejor comprensión del contenido, y lograr que la información se presente de manera clara y organizada, se presenta el orden en el que se han desarrollado dichas fichas. La estructura que se ha seguido es:

CAPAS ANTIADHERENTES:

- Fieltro de fibra de vidrio (FFV) – Regarsa REGAR-MAT - CS-AD-FFV
- Fieltro sintético (FS) – Chova GEOFIM - CS-AD-FS I
- Fieltro sintético (FS) – Chova GEOFIM PP – CS-AD-FS II
- Lámina de plástico (LP) – Danosa DANOPOL HS – CS-AD-LP

CAPAS ANTIPUNZONATES:

- Fieltro sintético (FS), punzonamiento estático A – TexDelta GEOBASIC STC, SRS, SRC – CS-AP-FS(A)
- Fieltro sintético (FS), punzonamiento estático B – Icopal GEOMEV 500 PP – CS-AP-FS(B)

CAPAS SEPARADORAS POR INCOMPATIBILIDAD QUÍMICA:

- Filtro de fibra de vidrio (FFV) – Icopal MONARPLAN GLASS FIBRE - CS-SI-FFV
- Filtro sintético (FS) – Danosa DANOFELT PY - CS-SI-FS I
- Filtro sintético (FS) – Soprema GEOLAND HT – CS-SI-FS II
- Lámina de plástico (LP) – Icopal COSMOFIN GG PLUS – CS-SI-LP

CAPA FILTRANTE:

- Filtro sintético (FS) – Danosa DANOFELT PP – CS-F-FS

CARACTERÍSTICAS

Descripción

Material formado por hilos cortados de fibra de vidrio, unidos mediante un emulsionante.

Recomendaciones constructivas

En cubiertas invertidas:

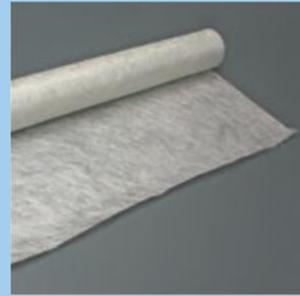
- FFV 120 entre protección pesada de hormigón o mortero in situ y paneles aislantes de poliestireno.
- FFV 120 entre paneles aislantes de poliestireno y membrana impermeabilizante.

En cubiertas convencionales:

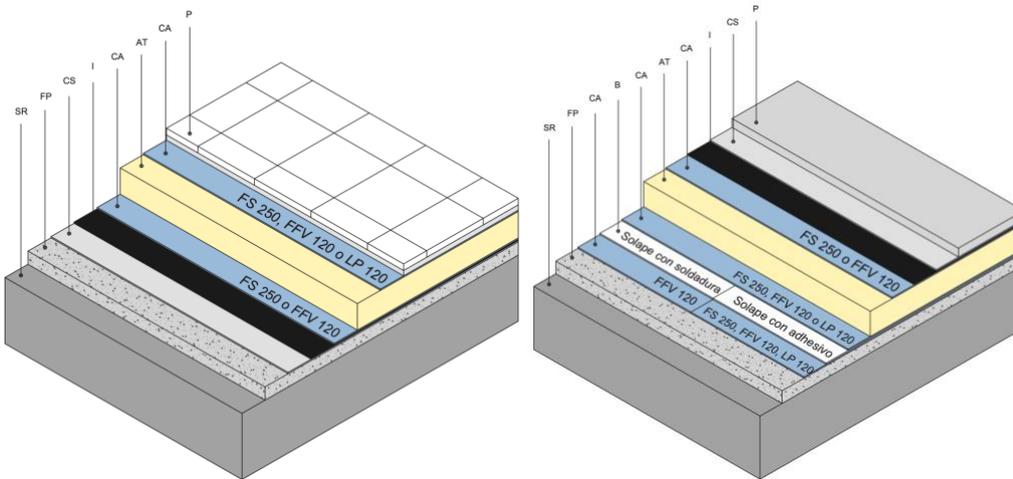
- FFV 120 entre membrana impermeabilizante y paneles aislantes
- FFV 120 entre paneles aislantes y barrera corta vapor
- FFV 120 entre barrera corta vapor y formación de pendientes

Otras cuestiones

Proporciona un excelente rendimiento y presenta una alta resistencia a tracción y flexibilidad



DETALLE CONSTRUCTIVO



INVERTIDA

CONVENCIONAL

PROPIEDADES

	150	225	300	450				
Gramaje (g/m ²)	150	225	300	450				
Largo (m)	8 / 20 / 50							
Ancho (m)	1 / 1,25							
Color	Beige							
Resistencia a la tracción (kN/m)	U ^a	≥100N / 150mm	U	≥100N / 150mm	U	≥60N / 150mm	U	≥60N / 150mm
	T ^b	≥100N / 150mm	T	≥100N / 150mm	T	≥60N / 150mm	T	≥60N / 150mm
Permeabilidad al agua (m/s)	< 5 · 10 ⁻³		< 4 · 10 ⁻³		< 2 · 10 ⁻³		< 2 · 10 ⁻³	
a. Urdimbre (U). Tracción en la dirección del borde más largo. b. Trama (T). Tracción a lo largo de los hilos transversales.								

CARACTERÍSTICAS

Descripción

Filtro de fibras de poliéster punzonado mecánicamente por agujeteado. Está formado por filamentos de poliéster no tejidos.

Recomendaciones constructivas

En cubiertas invertidas:

- FS 250 entre protección pesada de hormigón o mortero in situ y paneles aislantes de poliestireno.
- FS 250 entre paneles aislantes de poliestireno y membrana impermeabilizante.

En cubiertas convencionales:

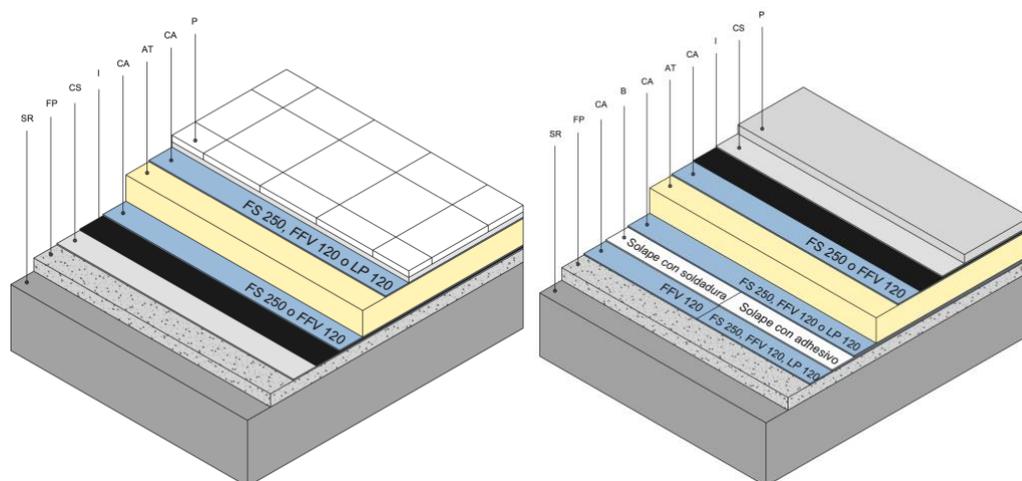
- FS 250 entre membrana impermeabilizante y paneles aislantes.
- FS 250 entre paneles aislantes y barrera corta vapor.
- FS 250 entre barrera corta vapor y formación de pendientes, cuando las láminas de barrera corta vapor van unidas entre sí mediante adhesivo.

Otras cuestiones

También sirve como CS filtrante o antipunzonante.



DETALLE CONSTRUCTIVO



INVERTIDA

CONVENCIONAL

PROPIEDADES

	250		300		400		500	
Gramaje (g/m ²)	250		300		400		500	
Largo (m)	75				60			
Ancho (m)	5,3				2,2			
Espesor (mm)	2,03		2,42		2,43		2,72	
Color	Blanco							
Resistencia a la tracción (kN/m)	L ^a	2,82	L	4,60	L	8,67	L	11,0
	T ^b	3,83	T	4,85	T	9,76	T	11,50
Alargamiento a la rotura (%)	L	50	L	85	L	90	L	50
	T	70	T	60	T	100	T	70
Punzonamiento estático (N)	650		900		1500		1750	
Perforación dinámica (mm)	40		23,80				22,40	
Medida de apertura (µm)	70		60		55		50	
Permeabilidad al agua (m/s)	150,35 · 10 ⁻³		100,79 · 10 ⁻³		63,56 · 10 ⁻³		55,01 · 10 ⁻³	

a. Longitudinal (L). Tracción en la dirección del borde más largo.

b. Trama (T). Tracción a lo largo de los hilos transversales.

CARACTERÍSTICAS

Descripción

Fieltro de fibras de polipropileno unidas por agujeteado con termofijado posterior.

Recomendaciones constructivas

En cubiertas invertidas:

- FS 250 entre protección pesada de hormigón o mortero in situ y paneles aislantes de poliestireno.
- FS 250 entre paneles aislantes de poliestireno y membrana impermeabilizante.

En cubiertas convencionales:

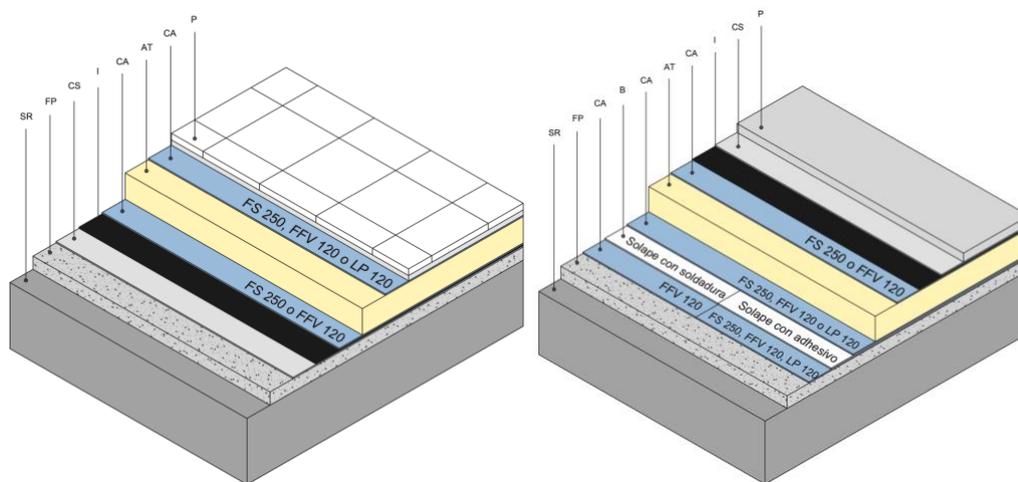
- FS 250 entre membrana impermeabilizante y paneles aislantes.
- FS 250 entre paneles aislantes y barrera corta vapor.
- FS 250 entre barrera corta vapor y formación de pendientes, cuando las láminas de barrera corta vapor van unidas entre sí mediante adhesivo.

Otras cuestiones

Tiene una durabilidad prevista de hasta 100 años.



DETALLE CONSTRUCTIVO



INVERTIDA

CONVENCIONAL

PROPIEDADES

	300-35	
Gramaje (g/m ²)	300	
Largo (m)	80	
Ancho (m)	1,83	
Espesor (mm)	2,40	
Color	Blanco	
Resistencia a la tracción (kN/m)	L ^a	24,20
	T ^b	24,80
Alargamiento a la rotura (%)	L	58
	T	62
Punzonamiento estático (N)	3930	
Perforación dinámica (mm)	11,28	
Medida de apertura (µm)	58	
Permeabilidad al agua (m/s)	63 · 10 ⁻³	

a. Longitudinal (L). Tracción en la dirección del borde más largo.

b. Trama (T). Tracción a lo largo de los hilos transversales.

CARACTERÍSTICAS

Descripción

Lámina sintética de PVC plastificado, fabricado mediante calandrado y reforzada con una malla de fibra de poliéster.

Recomendaciones constructivas

En cubiertas invertidas:

- LP 120 entre protección pesada de hormigón o mortero in situ y paneles aislantes de poliestireno.
- LP 120 entre paneles aislantes de poliestireno y membrana impermeabilizante.

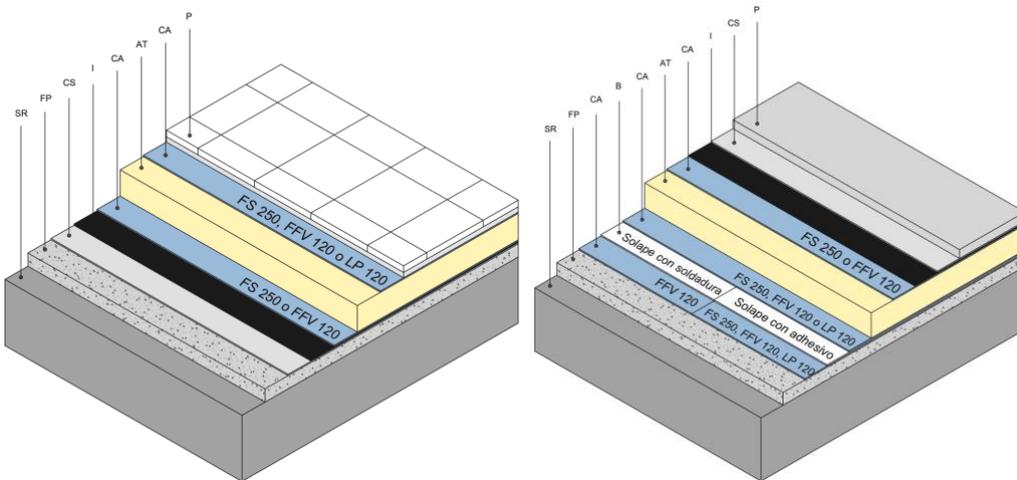
En cubiertas convencionales:

- LP 120 entre membrana impermeabilizante y paneles aislantes.
- LP 120 entre paneles aislantes y barrera corta vapor.
- LP 120 entre barrera corta vapor y formación de pendientes, cuando las láminas de barrera corta vapor van unidas entre sí mediante adhesivo.

Otras cuestiones

Debe ir fijada mecánicamente. Tiene una alta resistencia a tracción y al punzonamiento.

DETALLE CONSTRUCTIVO



INVERTIDA

CONVENCIONAL

PROPIEDADES

	1.2		1.5		1.8	
Gramaje (g/m ²)	1500		1900		2300	
Largo (m)	20		15		13	
Ancho (m)			1,80			
Espesor (mm)	1,20		1,50		1,80	
Color	Gris					
Resistencia a la tracción (kN/m)	L ^a	>200	L	>1100	L	>1100
	T ^b	>200	T	>1000	T	>1000
Alargamiento a la rotura (%)	L	>50	L	>100	L	>120
	T	>70	T	>110	T	>130
Punzonamiento estático (N)	>490		>540		>590	
Resistencia al impacto (mm)	>500		>700		>900	

a. Longitudinal (L). Tracción en la dirección del borde más largo.

b. Trama (T). Tracción a lo largo de los hilos transversales.



CARACTERÍSTICAS

Descripción

Producto formado por fibras sintéticas de poliéster unidas mecánicamente por un proceso de agujeteado.

Recomendaciones constructivas

En cubiertas invertidas:

- Colocar una capa con funciones FS 15A y 30A para proteger el aislante térmico de protección pesada de grava o piezas rígidas.
- Para protección pesada de hormigón, mortero, o mortero de agarre, colocar además, otra capa LP 120 o FS 250.

En cubiertas convencionales:

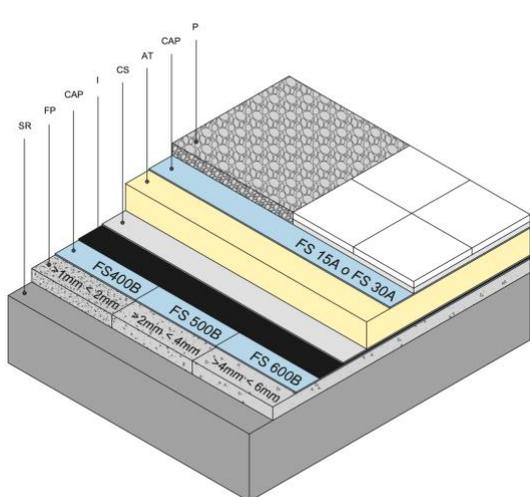
- Con gravas o piezas rígidas colocar FS 50A.

Otras cuestiones

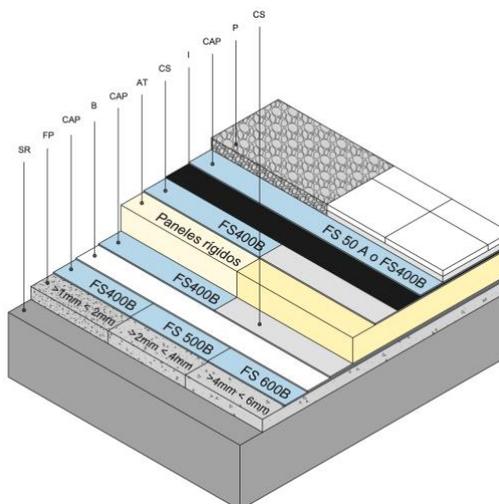
Aparte de antipunzonante, sirve como CS antiadherente y filtrante.



DETALLE CONSTRUCTIVO



INVERTIDA



CONVENCIONAL

PROPIEDADES

	STC		SRS		SRC	
Gramaje (g/m ²)	150		200		250	
Largo (m)			100 / 125			
Ancho (m)			2 / 4 / 5,5			
Espesor (mm)	1,20		1,70		1,90	
Color			Gris			
Resistencia a la tracción (kN/m)	M ^a	5,34	M	6,57	M	771
	C ^b	4,89	C	7,32	C	6,73
Alargamiento a la rotura (%)	M	48	M	47	M	35
	C	80	C	59	C	70
Punzonamiento estático (N)	810 ^c		1020 ^c		1100 ^c	
Perforación dinámica (mm)	27		24		29	
Medida de apertura (µm)	62		57		50	
Permeabilidad al agua (m/s)	96,1 · 10 ⁻³		92,5 · 10 ⁻³		78,9 · 10 ⁻³	

a. Tracción en seco (Dry Conditions).
 b. Tracción en condiciones húmedas (Wet Conditions).
 c. Apto para FS 15A, 30A y 50A.

CARACTERÍSTICAS

Descripción

Producto no tejido, punzonado y posteriormente termofijado.

Recomendaciones constructivas

En cubiertas convencionales:

- Con protección pesada de hormigón, pavimentos, hormigón in situ, gravilla, etc., FS 400B con LP 120 o FS 250.
- Con grava o piezas rígidas, FS 400B.
- Con paneles aislantes rígidos 2 FS 400B, debajo del panel y encima.

Sobre la formación de pendientes:

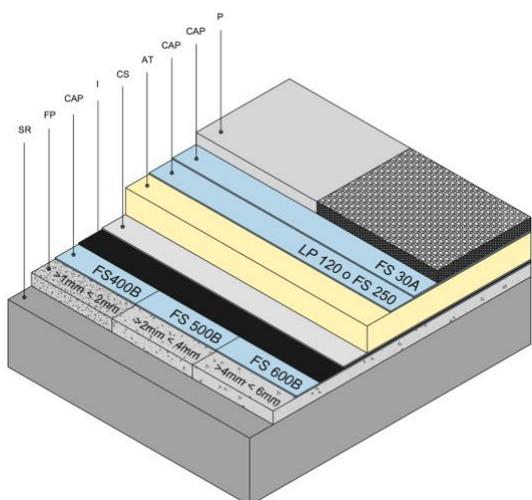
- Para irregularidades de > 1 mm < 2 mm, FS 400B.
- Para irregularidades de > 2 mm < 4 mm, FS 500B.
- Para irregularidades de > 4 mm < 6 mm, FS 600B.

Otras cuestiones

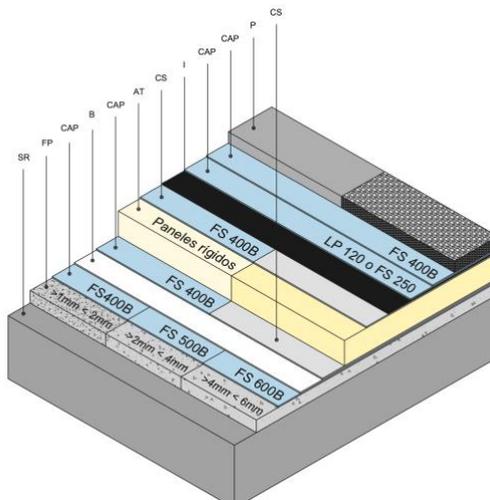
Aparte de antipunzonante, sirve como CS antiadherente y filtrante.



DETALLE CONSTRUCTIVO



INVERTIDA



CONVENCIONAL

PROPIEDADES

	GEOMEV 500 PP
Gramaje (g/m ²)	500
Largo (m)	60 / 75 / 100 / 125
Ancho (m)	2
Espesor (mm)	2,40
Color	Blanco
Resistencia a la tracción (kN/m)	34,4
Alargamiento a la rotura (%)	70
Punzonamiento estático (N)	6389 ^a
Perforación dinámica (mm)	6
Medida de apertura (µm)	83
Permeabilidad al agua (m/s)	16 · 10 ⁻³

a. Apto para FS 400B, FS 500B y FS 600B

CARACTERÍSTICAS

Descripción

Capa separadora de fibra de vidrio que se utiliza como desolidarizante por incompatibilidad química.

Recomendaciones constructivas

En cubiertas invertidas:

- FFV 120 entre paneles de poliestireno y la membrana impermeable (tanto si es no adherida o fijada mecánicamente, no resistente al betún, o cuando es resistente al betún) (Detalle A).

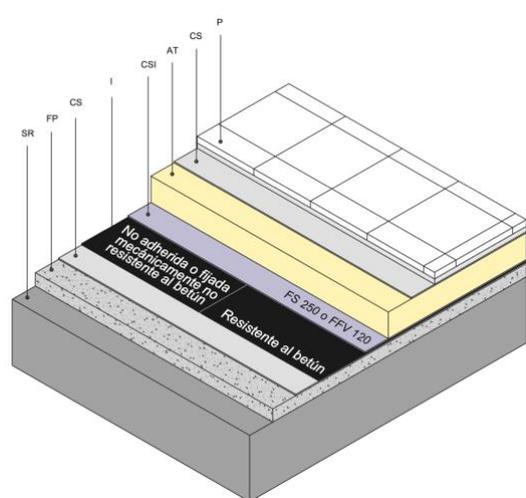
En cubiertas convencionales:

- FFV 120 entre grava, polvo, etc. y la membrana impermeable (tanto si es no adherida o fijada mecánicamente, no resistente al betún, o cuando es resistente al betún) (Detalle B).
- FFV 120 entre material betuminoso y una BV no resistente al betún, una membrana impermeable no adherida o fijada mecánicamente no resistente al betún, o una membrana resistente al betún.
- FFV 120 entre paneles de poliestireno y la membrana impermeable (tanto si es no adherida o fijada mecánicamente, no resistente al betún, o cuando es resistente al betún) (Detalle B).

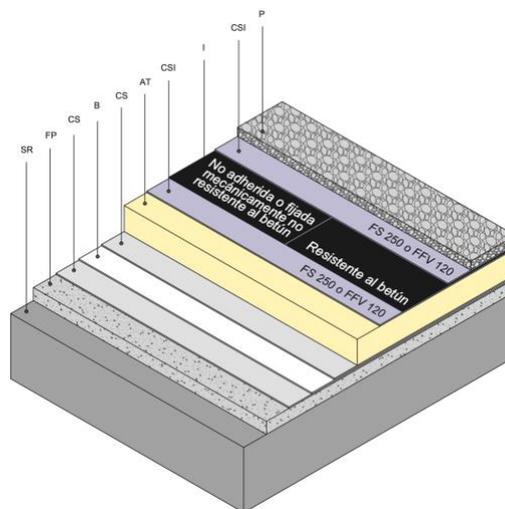
Otras cuestiones

También sirve para protección frente a fuego.

DETALLE CONSTRUCTIVO



A. INVERTIDA



B. CONVENCIONAL

PROPIEDADES

Gramaje (g/m ²)	120	
Largo (m)	15	
Ancho (m)	2,12	
Espesor (mm)	1,50	
Color	Blanco	
Resistencia a la tracción (kN/m)	M ^a	530
	C ^b	370

a. Tracción en seco (Dry Conditions)

b. Tracción en condiciones húmedas (Wet Conditions)



CARACTERÍSTICAS

Descripción

Filtro no tejido, fabricado con fibras cortas de poliéster, unidas por agujeteado sin aplicación de químicos, presiones o calor.

Recomendaciones constructivas

En cubiertas invertidas:

- FS 250 entre paneles de poliestireno y la membrana impermeable (tanto si es no adherida o fijada mecánicamente, no resistente al betún, o cuando es resistente al betún) (Detalle A).

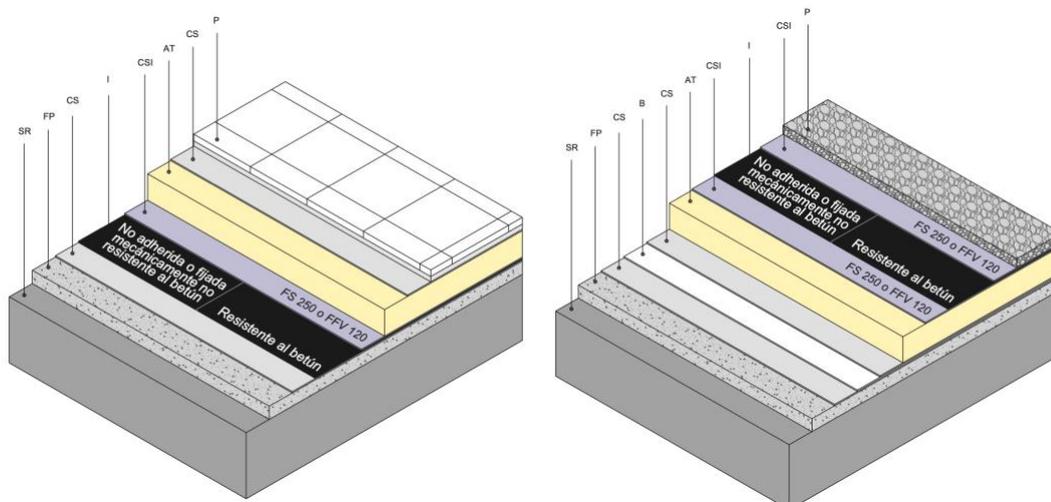
En cubiertas convencionales:

- FS 250 entre grava, polvo, etc. y la membrana impermeable (tanto si es no adherida o fijada mecánicamente, no resistente al betún, o cuando es resistente al betún) (Detalle B).
- FS 250 entre material betuminoso y una BV no resistente al betún, una membrana impermeable no adherida o fijada mecánicamente no resistente al betún, o una membrana resistente al betún.
- FS 250 entre paneles de poliestireno y la membrana impermeable (tanto si es no adherida o fijada mecánicamente, no resistente al betún, o cuando es resistente al betún) (Detalle B).

Otras cuestiones

También sirve de capa drenante, filtrante o antipunzonante.

DETALLE CONSTRUCTIVO



A. INVERTIDA

B. CONVENCIONAL

PROPIEDADES

	300		500	
Gramaje (g/m ²)	300		500	
Largo (m)	100 ^a		70	
Ancho (m)	2,20	4,40	2,20	
Espesor (mm)	2,60		3,80	
Color	Gris			
Resistencia a la tracción (kN/m)	L ^b	4,40	L	11
	T ^c	4,40	T	11
Alargamiento a la rotura (%)	L	120	L	120
	T	120	T	120
Punzonamiento estático (N)	1100		1800	
Perforación dinámica (mm)	8		0	
Medida de apertura (µm)	90		60	
Permeabilidad al agua (m/s)	31,54 · 10 ⁻³		23,71 · 10 ⁻³	

a. Opción de tamaño reducido 52 x 1,45 m.

b. Longitudinal (L). Tensión en la dirección del borde más largo.

c. Transversal (T). Tensión a lo largo de los hilos transversales.



CARACTERÍSTICAS

Descripción

Filtro no tejido punzonado de polipropileno de alta tenacidad.

Recomendaciones constructivas

En cubiertas invertidas:

- FS 250 entre paneles de poliestireno y la membrana impermeable (tanto si es no adherida o fijada mecánicamente, no resistente al betún, o cuando es resistente al betún) (Detalle A).

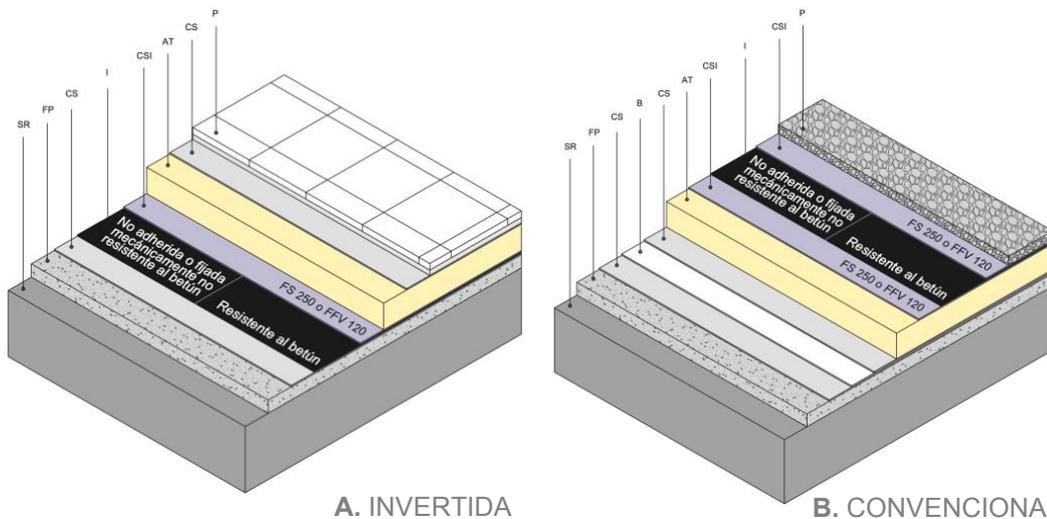
En cubiertas convencionales:

- FS 250 entre grava, polvo, etc. y la membrana impermeable (tanto si es no adherida o fijada mecánicamente, no resistente al betún, o cuando es resistente al betún) (Detalle B).
- FS 250 entre material betuminoso y una BV no resistente al betún, una membrana impermeable no adherida o fijada mecánicamente no resistente al betún, o una membrana resistente al betún.
- FS 250 entre paneles de poliestireno y la membrana impermeable (tanto si es no adherida o fijada mecánicamente, no resistente al betún, o cuando es resistente al betún) (Detalle B).

Otras cuestiones

También sirve de capa filtrante o antipunzonante.

DETALLE CONSTRUCTIVO



A. INVERTIDA

B. CONVENCIONAL

PROPIEDADES

	300	400	500	700	800					
Gramaje (g/m ²)	300	400	500	700	800					
Largo (m)	65	55	50	50	50					
Ancho (m)	2,2 / 3,3 / 6,6									
Espesor (mm)	2,30	3,20	3,75	5	5,50					
Color	Blanco									
Resistencia a la tracción (kN/m)	L ^a	22	L	28	L	35	L	45	L	54
	T ^b	25	T	32	T	45	T	65	T	75
Alargamiento a la rotura (%)	L	70	L	70	L	75	L	80	L	80
	T	70	T	75	T	75	T	80	T	80
Punzonamiento estático (N)	4300	5300	7000	7500	8000					
Perforación dinámica (mm)	10	6	0	0	0					
Medida de apertura (µm)	75	65	61	50	45					
Permeabilidad al agua (m/s)	61,45 · 10 ⁻³	61,45 · 10 ⁻³	61,12 · 10 ⁻³	58 · 10 ⁻³	52 · 10 ⁻³					

a. Longitudinal (L). Tensión en la dirección del borde más largo.

b. Transversal (T). Tensión a lo largo de los hilos transversales.



CARACTERÍSTICAS

Descripción

Lámina sintética de PVC-P reforzada con armadura de malla y fibra de vidrio.

Recomendaciones constructivas

Para cubiertas bajo protección pesada:

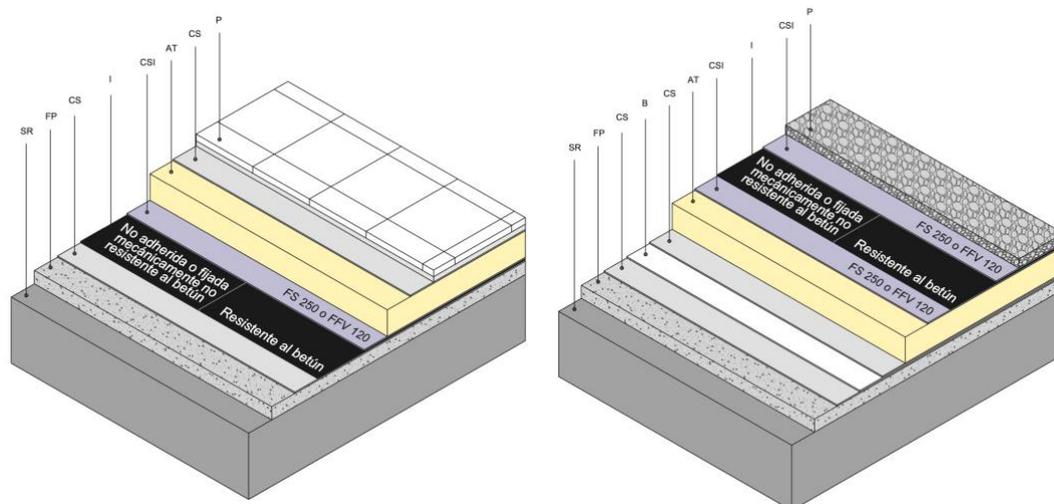
- Solapes con soldadura con aire caliente
- Proteger la lámina entre dos capas no tejidas preferiblemente de poliéster.
- Evitar contacto directo con elementos como betún; aceite; petróleo o alquitrán; paneles de EPS o XPS.

Otras cuestiones

También sirve de capa drenante, filtrante o antipunzonante.



DETALLE CONSTRUCTIVO



A. INVERTIDA

B. CONVENCIONAL

PROPIEDADES

	1,52	1,90	2,30	2,50
Gramaje (g/m ²)	1520	1900	2300	2500
Largo (m)	15 / 20			
Ancho (m)	1,65 / 2,12			
Espesor (mm)	1,20	1,50	1,80	2
Color	Gris / Gris claro			
Resistencia a la tracción (kN/m)	1000 / 1100 N / 50 mm			
Elongación (%)	≥ 2			
Punzonamiento estático (N)	≥ 196			
Resistencia al impacto (mm)	600 - 1000 mm	600 - 1000 mm	800 - 1250 mm	800 - 1250 mm

CARACTERÍSTICAS

Descripción

Producto no tejido formado por fibras vírgenes de polipropileno unidas por agujeteado con termofijado posterior.

Recomendaciones constructivas

En cubiertas invertidas:

- FS 15 entre protección de grava o piezas rígidas y el aislamiento térmico.
- FS 20A con otra capa LP 120 o FS 250 cuando la protección es de hormigón o mortero, o de mortero de agarre de pavimentos, placas, etc (Detalle A).

En cubiertas convencionales:

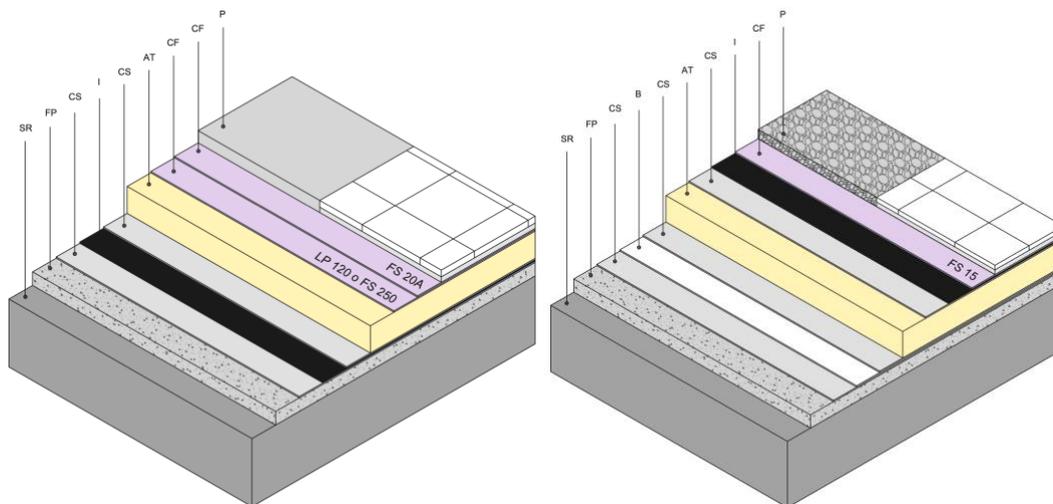
- FS 15 entre protección de grava o de piezas rígidas y el sistema de impermeabilización (Detalle B).

Otras cuestiones

También sirve como capa separadora en el caso de incompatibilidad química y como capa antipunzonante.



DETALLE CONSTRUCTIVO



A. INVERTIDA

B. CONVENCIONAL

PROPIEDADES

	90	125	200	300				
Gramaje (g/m ²)	90	125	200	300				
Largo (m)	100							
Ancho (m)	2,25							
Espesor (mm)	1,05	1,26	1,74	2,50				
Color	Gris							
Resistencia a la tracción (kN/m)	L ^a	6,5	L	9,4	L	16	L	25
	T ^b	7,0	T	10	T	16	T	25
Alargamiento a la rotura (%)	L	55	L	51	L	54	L	55
	T	65	T	57	T	60	T	62
Punzonamiento estático (N)	1170	1560	2340	3930				
Perforación dinámica (mm)	34	28	18,12	10				
Medida de apertura (µm)	71	61	55	58				
Permeabilidad al agua (m/s) ^c	117 · 10 ⁻³	100 · 10 ⁻³	79 · 10 ⁻³	63 · 10 ⁻³				

a. Longitudinal (L). Tracción en la dirección del borde más largo.
 b. Trama (T). Tracción a lo largo de los hilos transversales.
 c. Para FS 15, este valor ha de ser mayor a 15 · 10⁻³ m/s.

5. CONCLUSIONES

Una vez que se ha investigado, analizado y extraído la información más relevante para el trabajo, de las siguientes categorías:

- La historia de la construcción de las cubiertas planas convencionales e invertidas.
- La composición de las cubiertas convencionales y las invertidas.
- La importancia de las capas separadoras.
- Las diferentes funciones de cada una de esas capas.
- Las normativas y las recomendaciones constructivas que presentan.
- El mercado actual y productos comerciales que cumplan los requisitos.

Se puede concluir que:

1. Hoy en día, se tiene mucho más en cuenta la sostenibilidad y el uso eficiente de los recursos, especialmente en el ámbito de la construcción. Sobre todo, en cuanto a los materiales y a tratar de generar menor cantidad de residuos, de procesamiento y de disposición. Por lo que, continuamente se pone atención en que el consumo y la producción sean responsables desde el punto de vista medio ambiental.
2. Las capas separadoras juegan un papel crucial en las cubiertas. Desde la sostenibilidad hasta la mejora del funcionamiento general de la cubierta, estas capas otorgan mayor protección y durabilidad a todos los materiales. Así pues, al extender la vida útil de la cubierta se disminuye la necesidad de producir materiales nuevos y, por lo tanto, mejora considerablemente el ahorro energético.
3. Cada vez hay más empresas que fabrican productos para la construcción de cubiertas planas, tanto convencionales como invertidas. Entre ellas, las que han servido para hacer este trabajo han sido: Regarsa; Chova e Icopal del grupo BMI; Danosa; TexDelta; y Soprema Iberia S.L.U.
4. Cada una de estas empresas tiene diferentes productos que sirven como capas separadoras en cubiertas, de los cuales se han elegido los más adecuados para cada una de las funciones que se han estudiado.
5. Sin duda, el producto más fácil de encontrar en cualquier de las empresas mencionadas, es el fieltro sintético (FS), ya sea, de poliéster o de polipropileno. Hay una gran cantidad de productos que se fabrican con mucha variedad de gramajes y formatos. Con lo que, es muy fácil encontrar un fieltro sintético que cumpla los requisitos.
6. En cuanto a los demás materiales (fieltros de fibra de vidrio FFV y láminas de plástico LP), hay bastante escasez y de los productos que hay, existe poca información o es difícil de encontrar.

Finalmente, la utilización de capas separadoras en cubiertas planas, tanto invertidas como convencionales, es primordial. Por lo que, es de gran importancia la compilación que se ha hecho de todos los datos de los productos comerciales, que cumplen los requisitos constructivos. Esta información se ha obtenido como resultado de un análisis que se ha efectuado del mercado comercial actual en España. Esta recopilación ha servido para desarrollar un catálogo de fichas técnicas a manera de resumen, para organizar la información de forma más clara. El catálogo sirve de herramienta para los profesionales del sector, ya que simplifican la consulta y permiten una selección del producto adecuado con mayor facilidad.

6. ANEXO

6.1 Definiciones

Se definen algunos términos técnicos y conceptos que se han empleado en el documento para facilitar la comprensión y resolver las dudas que se pueden generar durante la lectura.

- **Adhesivo:** sustancia que coloca entre dos superficies para pegarlas. Objeto que, al estar cubierto de una sustancia pegajosa, está diseñado para adherirse a una superficie¹¹⁵.
- **Agujeteado:** similar a punzonado. Proceso de perforar o agujerear en un material utilizando una herramienta como una aguja¹¹⁶.
- **Calandrado:** proceso mediante el cual se prepara un material mediante la aplicación de presión entre dos o más rodillos que giran en direcciones opuestas¹¹⁷.
- **Colaminados:** combinación de diferentes materiales, en este caso laminados en capas, para mejorar sus propiedades mecánicas, de resistencia y durabilidad¹¹⁸.
- **Colmatación:** proceso mediante el cual se rellenan vacíos, huecos o poros en un material o estructura con una sustancia específica, en este caso, sedimentos finos o partículas.¹¹⁹
- **Comportamiento higrotérmico:** reacción de diferentes materiales o estructuras bajo la influencia combinada de la humedad y la temperatura¹²⁰.
- **Desolidarización:** proceso mediante el cual se reduce o elimina la cohesión entre elementos, componentes o partes de un sistema o estructura¹²¹.
- **Elongación:** alargamiento de una pieza bajo fuerzas de tracción¹²².
- **Emulsionante:** sustancia que ayuda a mezclar y estabilizar dos líquidos inmiscibles, o sea que no se pueden mezclar, formando una emulsión homogénea¹²³.
- **Hidrólisis:** descomposición de una sustancia o compuesto a nivel molecular mediante la acción del agua¹²⁴.
- **Hidroestática:** se dice, en este caso de una presión, de un fluido en reposo o en equilibrio¹²⁵.

¹¹⁵ Diccionario de la Lengua Española. 2024.

¹¹⁶ Diccionario Español de Ingeniería. 2024.

¹¹⁷ Todo en Polímeros. 2017.

¹¹⁸ Danosa. 2024.

¹¹⁹ Larrumbide, E. 2024.

¹²⁰ Ecosistema global. 2024.

¹²¹ Schlüter. 2024.

¹²² Diccionario de la Lengua Española. 2024.

¹²³ Real Academia Española. 2024.

¹²⁴ Real Academia Española. 2024.

¹²⁵ Todo Agua. 2023.

- **Higrometría:** ciencia que mide la humedad del aire y otros gases. Por lo que, higrometría baja se refiere a que la cantidad de humedad en el aire o el material es baja¹²⁶.
- **Membrana:** lámina de poco espesor de un material flexible¹²⁷.
- **Microbiología:** una rama del estudio de la biología que se centra en microorganismos¹²⁸.
- **Microorganismo:** organismos que por su tamaño son imperceptibles a la vista¹²⁹.
- **Monocapa:** capa única de material aplicado a una superficie, en este caso, referido al sistema de impermeabilización¹³⁰.
- **Sellador:** materiales utilizados para bloquear el paso de líquidos, gases, polvo y otras sustancias, a través de juntas, grietas u otras aberturas en superficie. Suelen ser de un material viscoso o una forma de masilla¹³¹.
- **Termofijado:** cuando se fija la entretela mediante la aplicación de calor¹³².
- **Tetrahidrofurano:** o THF, es un compuesto heterocíclico, incoloro, de baja viscosidad y tiene una alta capacidad de almacenaje de energía eléctrica, lo que le permite disolver compuestos polares y no polares¹³³.

¹²⁶ Diccionario de la Lengua Española. 2024.

¹²⁷ Real Academia Española. 2024.

¹²⁸ Concepto. 2024.

¹²⁹ Concepto. 2024.

¹³⁰ Leroy Merlin. 2024.

¹³¹ Leroy Merlin. 2024.

¹³² Zublima. 2024.

¹³³ Sigma Aldrich. 2024.

7. REFERENCIAS

7.1 Bibliografía

Libros

Mas, A. 2020. “*Cubiertas planas sin ventilar*”. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.

Larrumbide, E. “*Patologías asociadas a la rehabilitación energética: comportamiento higrotérmico*”. Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción. CSIC. <http://www.conarquitectura.com/articulos%20tecnicos%20pdf/53.pdf>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Monjo, J. 2005. “*La evolución de los sistemas constructivos en la edificación. Procedimientos para su industrialización*”. CSIC.

<https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/481>.

Último acceso: 22 de julio de 2024

Construcción II. 2022. “*Tema 5. Introducción a las cubiertas industrializadas*”. Documento de apoyo de la asignatura Construcción II, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universitat Politècnica de València.

Páginas web

Blanco, F. 2012. “*Historia y evolución de las cubiertas. Introducción*”. La casa por el tejado.

<https://www.indafer.com/lacasaporeltejado/2012/09/historia-y-evolucion-de-las-cubiertas-introduccion/>.

Último acceso: 19 de mayo de 2024.

Byrne, M. 2016. “*Pregunta al experto: Conoce los beneficios de una cubierta vegetal*”. Houzz.

<https://www.houzz.es/revista/pregunta-al-experto-conoce-los-beneficios-de-una-cubierta-vegetal-stsetivw-vs~73447650>. Último acceso: 16 de julio de 2024.

BMI Group. 2024. “*Geotextiles y film de polietileno*”. <https://www.bmigroup.com/es/cubierta-plana/geotextiles-y-films/>. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Cartwright, M. 2020. “*Arquitectura del Renacimiento*”. World History Enciclopedia.

<https://www.worldhistory.org/trans/es/1-19059/arquitectura-del-renacimiento/>. Último acceso: 19 de mayo de 2024.

Construible. 2024. “*Arquitectura Sostenible*”. <https://www.construible.es/arquitectura-sostenible>.

Último acceso: 19 de mayo de 2024.

Construmática. 2024. “*Tecnología de la construcción. Cubiertas: Clasificación de las cubiertas*”. [https://www.construmatica.com/construpedia/Tecnología de la Construcción. Cubiertas: Clasificación de las Cubiertas](https://www.construmatica.com/construpedia/Tecnología_de_la_Construcción._Cubiertas:_Clasificación_de_las_Cubiertas). Último acceso: 19 de mayo de 2024.

Construyendo un arquitecto técnico. 2008. “*Ejecución de una cubierta plana*”. <http://aparejadorenobras.blogspot.com/2008/06/construccin-de-una-cubierta-plana.html>. Último acceso: 19 de mayo de 2024.

Concepto. 2019. “*Microbiología*”. <https://concepto.de/microbiologia/>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Concepto. 2019. “*Microorganismo*”. <https://concepto.de/microbiologia/>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Danosa. 2024. “*Perfil colaminado A*”. <https://www.danosa.com/es-es/producto/perfil-colaminado-a/>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Diccionario de la Lengua Española. 2024a. “*Adhesivo*”. <https://dle.rae.es/adhesivo>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Diccionario de la Lengua Española. 2024b. “*Elongación*”. <https://dle.rae.es/elongación>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Diccionario de la Lengua Española. 2024c. “*Higrometría*”. <https://dle.rae.es/elongación>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Ecosistema Global. 2024. “*Qué es la colmatación?*”. <https://ecosistemaglobal.org/que-es-la-colmatacion/>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Enclave de Ciencia. 2024. “*Agujeteado*”. <https://enclavedeciencia.rae.es/agujeteado>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Formación Prevención. 2023. “*Tipos de cubierta en la construcción*”. <https://formacionprevencion.es/blog/tipos-de-cubierta-en-la-construccion>. Último acceso: 19 de mayo de 2024.

Iglesias, T. 2024. “*Arquitectura sostenible*”. <https://tamarraiglesias.com/arquitectura-sostenible/>. Último acceso: 19 de mayo de 2024.

Leroy Merlin. 2024. “*Cómo aplicar un mortero monocapa raspado*”. <https://www.leroymerlin.es/ideas-y-consejos/paso-a-paso/como-aplicar-monocapa-en-una-pared-exterior.html>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Leroy Merlin. 2024. "Selladores".

<https://www.leroymerlin.es/productos/construccion/impermeabilizacion-y-estanqueidad/adhesivos-siliconas-y-espumas-pu/selladores/>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Naciones Unidas. 2024a. "Objetivos del Desarrollo Sostenible".

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>. Último acceso: 17 de mayo de 2024.

Naciones Unidas. 2024b. "Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles". <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>. Último acceso: 17 de mayo de 2024.

Naciones Unidas. 2024c. "Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles". <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>. Último acceso: 17 de mayo de 2024.

Naciones Unidas. 2024d. "Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos". <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>. Último acceso: 17 de mayo de 2024.

Paláez, A. Q. 2023. "¿Qué es la arquitectura sostenible y cómo impacta en el diseño de un futuro mejor?". Alcaldía de Medellín. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/que-es-la-arquitectura-sostenible-y-como-impacta-en-el-diseno-de-un-futuro-mejor/>. Último acceso: 19 de mayo de 2024.

Real Academia Española. 2024a. "Emulsionante". <https://www.rae.es/diccionario-estudiante/emulsionante>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Real Academia Española. 2024b. "Hidrólisis". <https://www.rae.es/diccionario-estudiante/hidrolisis>. 20 de julio de 2024.

Real Academia Española. 2024c. "Membrana". <https://www.rae.es/diccionario-estudiante/membrana>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Regarsa. 2024. "Regar-Mat 150". <https://www.regarsa.com/regar-mat-150>. 20 de julio de 2024.

Rodríguez, J. 2024. "Qué es una cubierta invertida?". Rai Pintores. <https://www.raipintores.com/blog/cubierta-invertida/>. Último acceso: 19 de mayo de 2024.

Schlüter. 2024. "Ditra". <https://www.schluter.es/ditra.aspx>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Seguí P. 2024. “*Historia de la vivienda y evolución de casas a través del tiempo*”. OVACEN. <https://ovacen.com/historia-de-la-vivienda-a-traves-del-tiempo/>. Último acceso: 19 de mayo de 2024.

Selecta Home. 2015. “*La cubierta: la quinta fachada*”. <https://www.selecta-home.eu/autopromocion/la-cubierta-la-quinta-fachada/>. Último acceso: 11 de julio de 2024.

Sigma Aldrich. 2024. “*Tetrahidrofurano*”. <https://www.sigmaaldrich.com/ES/es/products/analytical-chemistry/analytical-chromatography/solvents/tetrahydrofuran>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Tecafil. 2016. “*Cubiertas planas: historia, componentes y tipos*”. <https://tecafil.es/cubiertas-planas-historia-componentes-tipos/>. Último acceso: 19 de mayo de 2024.

TexDelta. 2024a. “*Geotextil Geobasic*”. <https://texdelta.com/geotextil-no-tejido-poliester-geobasic/>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Todo Agua. 2024. “*¿Qué es la presión hidrostática?*”. <https://www.todoagua.es/que-es-presion-hidrostatica/>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Todo en Polímeros. 2024. “*Calandrado*”. <https://todoenpolimeros.com/2017/09/20/calandrado-2/>. Último acceso: 20 de julio de 2024.

Zublima. 2024. “*Termofijado en la sublimación*”. [https://www.zublima.com/blog/termofijado-en-la-sublimacion/#:~:text=Se%20conoce%20como%20termofijado%20al,teñido%2C%20secado%2C%20et c\).](https://www.zublima.com/blog/termofijado-en-la-sublimacion/#:~:text=Se%20conoce%20como%20termofijado%20al,teñido%2C%20secado%2C%20et c).) Último acceso: 20 de julio de 2024.

Normativas

AENOR. 2009. Norma UNE 104416. “*Materiales sintéticos. Sistemas de impermeabilización de cubiertas realizados con membranas impermeabilizantes formadas con láminas sintéticas flexibles. Instrucciones, control, utilización y mantenimiento*”.

AENOR. 2013. Norma UNE 104401. “*Impermeabilización en la edificación sobre y bajo rasante con láminas bituminosas modificadas. Sistemas y puesta en obra*”.

Ministerio de Fomento. Gobierno de España. 2009. “*Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación*”.

Ministerio de Fomento. Gobierno de España. 2019. “*Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio*”.

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Gobierno de España. 2019. “*Documento Básico HR Protección frente al ruido*”.

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Gobierno de España. 2022. “*Documento Básico SUA Seguridad de utilización y accesibilidad*”.

Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana. Gobierno de España. 2022a. “*Documento Básico HE Ahorro de energía*”.

Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana. Gobierno de España. 2022b. “Sección HS 1 Protección frente a la humedad”. “*Documento Básico HS Salubridad*”.

Catálogos

Regarsa. 2022. “*Catálogo Construcción*”. <https://www.regarsa.com/docs/catalogo-construccion.pdf>. Último acceso: 20 de julio de 2024

Fichas técnicas

Chova. 2024a. “*Ficha técnica Geofim*”. https://chova.com/documentation/ts-waterproofing-2020/FT_I_83250_GEOFIM_PP_v06.pdf. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Chova. 2024b. “*Ficha técnica Geofim PP*”. https://chova.com/documentation/ts-waterproofing-2020/FT_I_82016G_GEOFIM.pdf. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Danosa. 2024a. “Ficha técnica Danopol HS 1.2”. <https://www.danosa.com/es-es/producto/danopol-hs-1-2/?pdf&download>. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Danosa. 2024b. “Ficha técnica Danopol HS 1.5”. <https://www.danosa.com/es-es/producto/danopol-hs-1-5/?pdf&download>. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Danosa. 2024c. “Ficha técnica Danopol HS 1.8”. <https://www.danosa.com/es-es/producto/danopol-hs-1-8/?pdf&download>. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Danosa. 2024d. “Ficha técnica Danofelt PP 90”. <https://www.danosa.com/es-es/producto/danofelt-pp-90/?pdf&download>. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Danosa. 2024e. “Ficha técnica Danofelt PP 125”. <https://www.danosa.com/es-es/producto/danofelt-pp-125/?pdf&download>. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Danosa. 2024f. "Ficha técnica Danofelt PP 300".

<https://www.danosa.com/es-es/producto/danofelt-pp-300/?pdf&download>. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Danosa. 2024g. "Ficha técnica Danofelt PY 300".

<https://www.danosa.com/es-es/producto/danofelt-py-300/?pdf&download>. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Icopal. 2024a. "Ficha técnica Cosmofin GG plus". Último acceso: 22 de julio de 2024.

Icopal. 2024b. "Ficha técnica Geomev 500 PP". Último acceso: 22 de julio de 2024.

Icopal. 2024c. "Ficha técnica Monarplan GLASS FIBRE". Último acceso: 22 de julio de 2024.

Regarsa. 2024a. "Ficha técnica Regar-Mat 150".

<https://www.regarsa.com/docs/ficha-tecnica-regar-mat-150.pdf>. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Regarsa. 2024b. "Ficha técnica Regar-Mat 225".

<https://www.regarsa.com/docs/ficha-tecnica-regar-mat-225.pdf>. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Regarsa. 2024c. "Ficha técnica Regar-Mat 300".

<https://www.regarsa.com/docs/ficha-tecnica-regar-mat-300.pdf>. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Regarsa. 2024d. "Ficha técnica Regar-Mat 450".

<https://www.regarsa.com/docs/ficha-tecnica-regar-mat-450.pdf>. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Soprema. 2024. "Ficha técnica Geoland HT". Último acceso: 22 de julio de 2024.

TexDelta. 2024b. "Ficha técnica Geobasic SRC". Último acceso: 22 de julio de 2024.

TexDelta. 2024c. "Ficha técnica Geobasic SRS". Último acceso: 22 de julio de 2024.

TexDelta. 2024d. "Ficha técnica Geobasic STC". Último acceso: 22 de julio de 2024.

7.2 Figuras

Fig. 1. "Energías renovables". Elaboración propia.

Fig. 2. "Croquis de una cubierta rudimentaria". Elaboración propia.

Fig. 3. "Croquis pared de piedra gruesa. Conservación de temperatura". Elaboración propia.

Fig. 4. "Croquis distintos usos de las primeras cubiertas planas". Elaboración propia.

Fig. 5. “*Encuentro con paramento vertical*”. Elaboración propia. En base a la fuente: Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana. 2022. “*Documento Básico HS Salubridad*”.

Fig. 6. “*Cubierta plana ventilada*”. Elaboración propia. Fuente: Mas. A. 2020. 8.

Fig. 7. “*Cubierta plana no ventilada*”. Elaboración propia. Fuente: Mas. A. 2020. 9.

Fig. 8. “*Cubierta convencional*”. Elaboración propia. Fuente: Mas. A. 2020. 24.

Fig. 9. “*Cubierta convencional. Formación de pendientes de hormigón celular*”. Elaboración propia. En base a la fuente: Mas. A. 2020. 24.

Fig. 10. “*Cubierta invertida*”. Elaboración propia. Fuente: Mas. A. 2020. 24.

Fig. 11. “*Posición capa antiadherente en cubierta invertida*”. Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Fig. 12. “*Posición capa antiadherente en cubierta convencional*”. Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Fig. 13. “*Regar-Mat. Regarsa*”. Fuente: Regarsa. 2024a.

Fig. 14. “*Geofim. Chova*”. Fuente: Chova. 2024a.

Fig. 15. “*Geofim PP. Chova*”. Fuente: Construwín. 2024. <https://construwín.com/geotextiles/83257-geofim-pp-200-23.html>. Último acceso: 22 de julio de 2024.

Fig. 16. “*Danopol HS. Danosa*”. Fuente: Danosa. 2024a.

Fig. 17. “*Posición capa antipunzonante en cubierta invertida (A)*”. Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Fig. 18. “*Posición capa antipunzonante en cubierta invertida (B)*”. Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Fig. 19. “*Posición capa antipunzonante en cubierta convencional (A)*”. Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Fig. 20. “*Posición capa antipunzonante en cubierta convencional (B)*”. Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Fig. 21. "*Posición capa antipunzonante en cubierta convencional (C)*". Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Fig. 22. "*Geobasic. TexDelta*". Fuente: TexDelta. 2024a.

Fig. 23. "*Geomev 500 PP. Icopal*". Fuente: Icopal. 2024b.

Fig. 24. "*Posición capa separadora por incompatibilidad química en cubierta invertida*". Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Fig. 25. "*Posición capa separadora por incompatibilidad química en cubierta convencional*". Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Fig. 26. "*Monarplan Glass Fibre. Icopal*". Fuente: Icopal. 2024c.

Fig. 27. "*Danofelt PY. Danosa*". Fuente: Danosa. 2024g.

Fig. 28. "*Geoland HT. Soprema*". Fuente: Soprema. 2024.

Fig. 29. "*Cosmofin GG plus. Icopal*". Fuente: Icopal. 2024a.

Fig. 30. "*Posición capa filtrante en cubierta convencional*". Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Fig. 31. "*Posición capa filtrante en cubierta invertida*". Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Fig. 32. "*Danofelt PP. Danosa*". Fuente: Danosa. 2024d.

7.3 Tablas

Tabla 1. "Valores límite de transmitancia térmica. U_{lim} [W/m^2K]". Fuente: Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana. 2022. "Documento Básico HE Ahorro de energía".

Tabla 2. "Funciones de las capas separadoras". Elaboración propia. En base a la fuente: BMI Group. 2024.

Tabla 3. "Ubicación de la capa separadora antiadherente en una cubierta plana invertida". Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Tabla 4. "Ubicación de la capa separadora antiadherente en una cubierta plana convencional". Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Tabla 5. "Formato fieltro fibra de vidrio Regar-Mat" Elaboración propia. En base a la fuente: Regarsa. 2024a, 2024b, 2024c, 2024d.

Tabla 6. "Características técnicas fieltro fibra de vidrio Regar-Mat". Elaboración propia. En base a la fuente: Regarsa. 2024a, 2024b, 2024c, 2024d.

Tabla 7. "Formato fieltro sintético Geofim de poliéster". Elaboración propia. En base a la fuente: Chova. 2024a.

Tabla 8. "Características técnicas fieltro sintético Geofim de poliéster". Elaboración propia. En base a la fuente: Chova. 2024a.

Tabla 9. "Formato fieltro sintético Geofim de polipropileno". Elaboración propia. En base a la fuente: Chova. 2024b.

Tabla 10. "Características técnicas fieltro sintético Geofim de polipropileno". Elaboración propia. En base a la fuente: Chova. 2024b.

Tabla 11. "Formato lámina de plástico Danopol". Elaboración propia. En base a la fuente: Danosa. 2024^a, 2024b, 2024c.

Tabla 12. "Características técnicas lámina de plástico Danopol". Elaboración propia. En base a la fuente: Danosa. 2024^a, 2024b, 2024c.

Tabla 13. "Ubicación de la capa separadora antipunzonante en una cubierta invertida". Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Tabla 14. "Ubicación de la capa separadora antipunzonante en una cubierta convencional". Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Tabla 15. "Formato fieltro sintético Geobasic". Elaboración propia. En base a la fuente: TexDelta. 2024b, 2024c, 2024d.

Tabla 16. "Características técnicas fieltro sintético Geobasic". Elaboración propia. En base a la fuente: TexDelta. 2024b, 2024c, 2024d.

Tabla 17. "Formato fieltro sintético de Icopal". Elaboración propia. En base a la fuente: Icopal. 2024b.

Tabla 18. “Características técnicas fieltro sintético de Icopal”. Elaboración propia. En base a la fuente: Icopal. 2024b.

Tabla 19. “Capas separadoras de incompatibilidad química según los materiales constructivos”. Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Tabla 20. “Relación entre los resultados del ensayo y temperatura a la que la lámina es propensa a perder plastificantes”. Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Tabla 21. “Formato fieltro fibra de vidrio de Icopal”. Elaboración propia. En base a la fuente: Icopal. 2024c.

Tabla 22. “Características técnicas fieltro fibra de vidrio de Icopal”. Elaboración propia. En base a la fuente: Icopal. 2024c.

Tabla 23. “Formato fieltro sintético Danofelt de poliéster”. Elaboración propia. En base a la fuente: Danosa. 2024g.

Tabla 24. “Características técnicas fieltro sintético Danofelt de poliéster”. Elaboración propia. En base a la fuente: Danosa. 2024g.

Tabla 25. “Formato fieltro sintético Geoland HT de polipropileno”. Elaboración propia. En base a la fuente: Soprema. 2024.

Tabla 26. “Características técnicas fieltro sintético Geoland HT de polipropileno”. Elaboración propia. En base a la fuente: Soprema. 2024.

Tabla 27. “Formato lámina de plástico Cosmofin GG plus”. Elaboración propia. En base a la fuente: Icopal. 2024a.

Tabla 28. “Características técnicas lámina de plástico Cosmofin GG plus”. Elaboración propia. En base a la fuente: Icopal. 2024a.

Tabla 29. “Capas separadoras filtrantes encima de la membrana impermeabilizante”. Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Tabla 30. “Capas separadoras filtrantes encima del aislante térmico”. Elaboración propia. En base a la fuente: AENOR. 2009.

Tabla 31. “Formato fieltro sintético Danofelt de polipropileno”. Elaboración propia. En base a la fuente: Danosa. 2024d, 2024e, 2024f.

Tabla 32. "Características técnicas fieltro sintético Danofelt de polipropileno". Elaboración propia.
En base a la fuente: Danosa. 2024d, 2024e, 2024f.

Tabla 33. "Tabla resumen productos comerciales". Elaboración propia.

